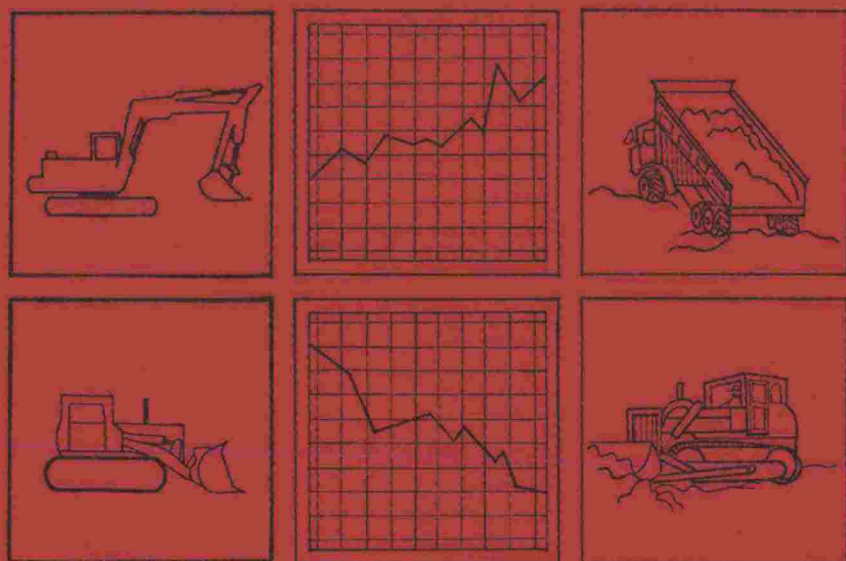


TYÖNTUTKIMUKSEN TARVE- SELVITYS



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
JÄRJESTELYTOIMISTO 1972

19220

08
TIE-

XI



OLAVI SAARINEN

TYÖNTUTKIMUKSEN TARVESELVITYS

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

Järjestelytoimisto

Hki 1972

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1 JOHDANTO	
1.1 Tuotantotekninen rationalisointityö tie- ja vesirakennuslaitoksessa	5
1.2 Työntutkimustoiminta tie- ja vesirakennuslaitoksessa	9
1.21 Tutkimustoiminnan tavoitteet	9
1.22 Tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimusjärjestelmä ja taloudellisuusstandardisto	12
1.3 Tutkimuksen rajaus	22
2 MAARAKENNUSTÖITÄ KOSKEVIEN TYÖNTUTKIMUSTEN TÄRKEYSJÄRJESTYKSEN MÄÄRÄÄMINEN	23
2.1 Tärkesysjärjestyksen määäämisessä käytetyt arviointiperusteet ja käytetty tutkimusmateriaali	23
2.11 Arviointiperusteet	23
2.12 Tutkimusaineisto	28
2.2 Tutkimustulokset	37
2.21 Rakentamisvaiheiden kustannusten suuruus	37
2.22 Tuottavuuden kehittyminen	50
2.23 Rakentamisvaiheiden menetelmätaso	55
2.24 Suunnitelmataso	68
2.3 Yhteenveto rakentamisvaiheiden työntutkimuksellisesta tärkeysjärjestyksestä	84
2.4 Työvaiheiden merkityksen tarkastelu	86
3 MAARAKENNUSKONEIDEN KÄYTTÖÄ KOSKEVIEN TUTKIMUSTEN TÄRKEYSJÄRJESTYKSEN MÄÄRÄÄMINEN	89
3.1 Tutkimuksen suoritustapa	89
3.2 Tutkimustulokset	90
3.21 Maarakennuskoneita koskevien tutkimusten tärkeysjärjestyksen määääminen kapasiteettistandardien tarpeen perusteella	90
3.211 Kapasiteettistandardit	90
3.212 Maarakennuskoneiden määrät ja koneiden käyttö tierakennustöissä	90

	Sivu
3.213 Maarakennuskoneille soveltuvat työt	101
3.214 Haastattelututkimus kapasiteet- tistandardien tarpeesta ja ole- massa olevat kapasiteettistan- dardit	105
3.215 Yhteenveto kapasiteettistandar- dien tarpeesta	109
3.22 Kapasiteettistandardien laadintaa var- ten olevat työntutkimukset	113
3.3 Yhteenveto	118
4 YHTEENVETO	124

1. JOHDANTO

1.1 TUOTANTOTEKNINEN RATIONALISOINTITYÖ TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSESSA

Monet näkökohdat puoltavat rationalisoinnin voimakasta kehittämistä. Kehittämistyö voidaan suunnata paitsi rationalisointitekniikoiden ja -menetelmien kehittämiseen myös rationalisointityön toiminnansuunnitteluun, joutamiseen ja organisointiin. Tämä tutkimustyö liittyy tie- ja vesirakennuslaitoksen teiden rakentamista koskevan tuotantoteknisen rationalisointityön suunnitteluun: eri rakentamisvaiheita ja -koneita koskevien työntutkimusten kiireellisyysjärjestyksen määrittelyyn.

Tie- ja vesirakennuslaitoksen tuotantoteknistä rationalisointia koskevissa sisäisissä toimintasäännöissä on rationalisointi määritelty seuraavasti:

Rationalisoinnilla tarkoitetaan kaikkia niitä järjestelmällisiä toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on saada aikaan tuotantovälineiden entistä parempi hyväksikäyttö ja mukauttaa laitos ympäristössä tapahtuneisiin tai odotettavissa oleviin muutoksiin / 1 /.

Rationalisoinnissa on kyse jatkuvasta ja järjestelmällisestä toiminnasta, jonka tarkoituksena on tieteen ja tekniikan tarjoamin keinoin sekä yhteistyön avulla parantaa tuotannon (organisatoristen järjestelyjen, teknisten välineiden ja työn suorituksen) taloudellista hyötysuhdetta ja työn inhimillistä miellyttävyyttä / 3 /.

Tie- ja vesirakennuslaitoksessa suoritettava rationalisointityö voidaan jakaa neljään osa-alueeseen: / 2 /

- toimialarationalisointi
- kaupallinen rationalisointi
- hallinnon rationalisointi
- tuotantotekninen rationalisointi

Toimialarationalisointi on laajempi käsite kuin kolme muuta rationalisoinnin osa-aluetta. Kun toimialarationali-

sointia suoritetaan, toimenpiteet eivät yleensä jää laitoksen sisäisiksi, vaan vaikutukset tuntuvat ja muutokset tapahtuvat laajemmalla alueella valtionhallinnossa. Esimerkkinä toimialarationalisoinnista voidaan mainita:

- yhteistyön aloittaminen eri laitosten välillä,
- uusien virastojen ja laitosten perustaminen toimialajärjestelyjen pohjalta.

Kaupallinen rationalisointi pyrkii mukauttamaan laitoksen osto- ja myyntitoiminnan markkinoilla vallitseviin olosuhteisiin.

Hallinnon rationalisointi tutkii, mitä informaatiota laitoksessa tarvitaan ja pyrkii luomaan tehokkaita järjestelmiä informaation kehittämiseksi ja muokkaamiseksi. Esimerkkinä hallinnon rationalisoinnista voidaan mainita mm:

/ 2 /

- organisaation ja päätöksenteon rationalisointi,
- henkilösuunnittelu,
- laskentajärjestelmien kehittäminen,
- konttori- ja lomakerationalisointi.

Tuotantotekninen rationalisointityö kohdistuu valmistukseen: teiden rakentamiseen ja kunnossapitoon sekä koneiden ja laitteiden huoltoon ja korjaustoimintaan. Esimerkkinä teiden rakentamista ja kunnossapitoa koskevasta tuotantoteknisestä rationalisoinnista voidaan mainita: / 1 /

- tuotantomenetelmien kehittäminen (koneellistaminen, teollistaminen),
- tuotteen suunnittelun ja valmistuksen sopeuttaminen toisiinsa (laatuvaatimukset, tuotesuunnittelussa tarvittavat tuotantoa koskevat tiedot),
- toiminnan suunnittelussa tarvittavien tietojen keräys ja muokkaaminen käyttökelpoiseen muotoon,
- työmenetelmien ja työpaikkajärjestelyjen kehittäminen ja parantaminen,
- uusien koneiden ja laitteiden sekä materiaalien esiintuominen.

Tie- ja vesirakennuslaitoksen tuotantoteknisen rationa-

lisoinnin yleiset tavoitteet ovat seuraavat: / 2 /

- paremmat menetelmät,
- paremmat tuotteet,
- paremmat toimintasuunnitelmat,
- tehokkaammat toimintatavat,
- suurempi työn miellyttävyys,
- parempi työturvallisuus.

Tie- ja vesirakennuslaitoksessa suorittavat rakentamista ja kunnossapitoa koskevaa tuotantoteknistä rationalisointityötä keskushallinnossa esikuntaelimenä toimiva järjestelytoimisto ja piirikonttoreiden hallintotoimialalla olevat rationalisointiryhmät. Tuotantoteknisen rationalisoinnin toteuttamisessa hoitaa järjestelytoimisto seuraavia tehtäviä: /1/

- rationalisointitekniikoiden alalla tapahtuvan yleisen kehityksen seuraaminen ja uusien tekniikoiden käyttöönotto ja soveltaminen sekä vanhojen tekniikoiden jatkuva kehittäminen,
- tuotantoteknisen rationalisoinnin koordinointi laatimalla erilaisia rationalisointityötä koskevia ohjelmia yhdessä piirikonttoreiden kanssa ja seuraamalla ohjelman toteutumista sekä tiedottamalla tuloksista,
- yksikön suoritettavaksi sovittujen rationalisointitoimenpiteiden toteutus.

Piirien rationalisointiryhmät hoitavat niiden suoritettavaksi sovittujen rationalisointitoimenpiteiden ja osatehtävien toteuttamisen sekä piirien omien rationalisointiprojektien koordinoinnin ja toteuttamisen.

Järjestelytoimiston ja piirikonttoreiden rationalisointiryhmät eivät ole keskenään linjaorganisaatiossa, vaan työskentely tapahtuu projektiluontoisesti. Projektissa on mukana henkilökuntaa tie- ja vesirakennushallituksen eri toimistoista sekä piirikonttoreiden eri toimialoilta. Koordinointi tapahtuu tie- ja vesirakennushallituksen ja piirikonttoreiden välisen kirjeenvaihdon avulla. Käytännössä tämä kirjeenvaihto perustuu järjestelytoimiston ja

piirikonttoreiden rationalisointielinten neuvotteluihin.

Rakentamista ja kunnossapitoa koskevaan tuotantotekniiseen rationalisointityöhön käytettiin vuonna 1972 järjestelytoimistossa n. 50 insinööri- ja 36 rakennusmestariukuukautta ja piirikonttoreissa n. 50 insinööri- ja 250 rakennusmestariukuukautta. Piirikonttoreiden rationalisointiryhmiin kuuluvat rationalisointi-insinööri, työntutkimusinsinööri, työntutkimusrakennusmestarit, työntutkijat ja työntutkijoiden apulaiset.

Rationalisointityö voi olla tutkimustoiminnan aloitteen suhteen: / 1 /

- aktiivista eli rationalisointiyksikkö laatii toiminnalleen tutkimukseen perustuvan kokonaisohjelman,
- passiivista eli rationalisointiyksikkö suorittaa pyydettyt tehtävät.

Aktiivisen rationalisoinnin edellyttämä ohjelmointi lähtee liikkeelle laitoksen johdosta, joka päättää rationalisointitoiminnan painotuksesta rationalisoinnin osalualueilla ja eri toimialojen tutkimustarpeesta.

Aktiivisen rationalisoinnin käyttäminen merkitsee, että rationalisointitoiminnan on perustuttava systemaattiseen tutkimuskohteiden valintaan. Kohdevalinnan merkitys on aivan toinen kuin passiivisessa rationalisoinnissa. Rationalisoinnin kohdevalinnan ja valinnan perusteella laadittujen toimintaohjelmien avulla voidaan todella ohjata ja tehostaa rationalisointityötä sekä saada rationalisointitoiminta pitkäjänteiseksi ja koko laitoksen tavoitteita palvelevaksi. Aktiivisen rationalisoinnin heikkoutena on sen joustamattomuus ja hidasliikkeisyys ajankohdistaisten ongelmien suhteen sekä ristiriitamahdollisuuksien lisääntyminen linjaorganisaation ja rationalisointielinten kesken. Kummankin järjestelmän edut voidaan käyttää hyväksi suunnittelemalla rationalisointitoiminta siten, että suurin osa toiminnasta

suoritetaan aktiivisen rationalisoinnin periaatteiden mukaisesti ja osa passiivisena rationalisointina. Tie- ja vesirakennuslaitoksessa rationalisointityö on valtaosaltaan aktiivista rationalisointia; 80...85 % työstä suoritetaan rationalisointiyksiköiden ja linjaorganisaation yhteistyössä laatimien tarvetutkimusten perusteella. Loput tutkimustoiminnasta, 15...20 % on yllättäen ilmenevien rationalisointitarpeiden selvittämiseen kohdistuvaa. Kuvassa 1.1/1 on esitetty tie- ja vesirakennuslaitoksessa käytössä oleva toiminnan ohjelmointijärjestelmä.

Rationalisointityö on annetun kehitystehtävän järjestelmällistä tutkimista tehtävän eri vaiheisiin sopivien osatekniikoiden avulla. Tällaisia osatekniikoita ovat mm:

- työntutkimustekniikka,
- työnsuunnittelutekniikka,
- arvoanalyysitekniikka,
- standardisointi,
- ergonomia.

Tie- ja vesirakennuslaitoksen tuotantoteknisessä rationalisointityössä on keskeisessä asemassa työntutkimustoiminta. Työntutkimuksen lisäksi käytetään ergonomiaa edistämään työn miellyttävyyttä ja työturvallisuutta. Vuonna 1973 on tarkoitus ottaa käyttöön arvoanalyysitekniikka.

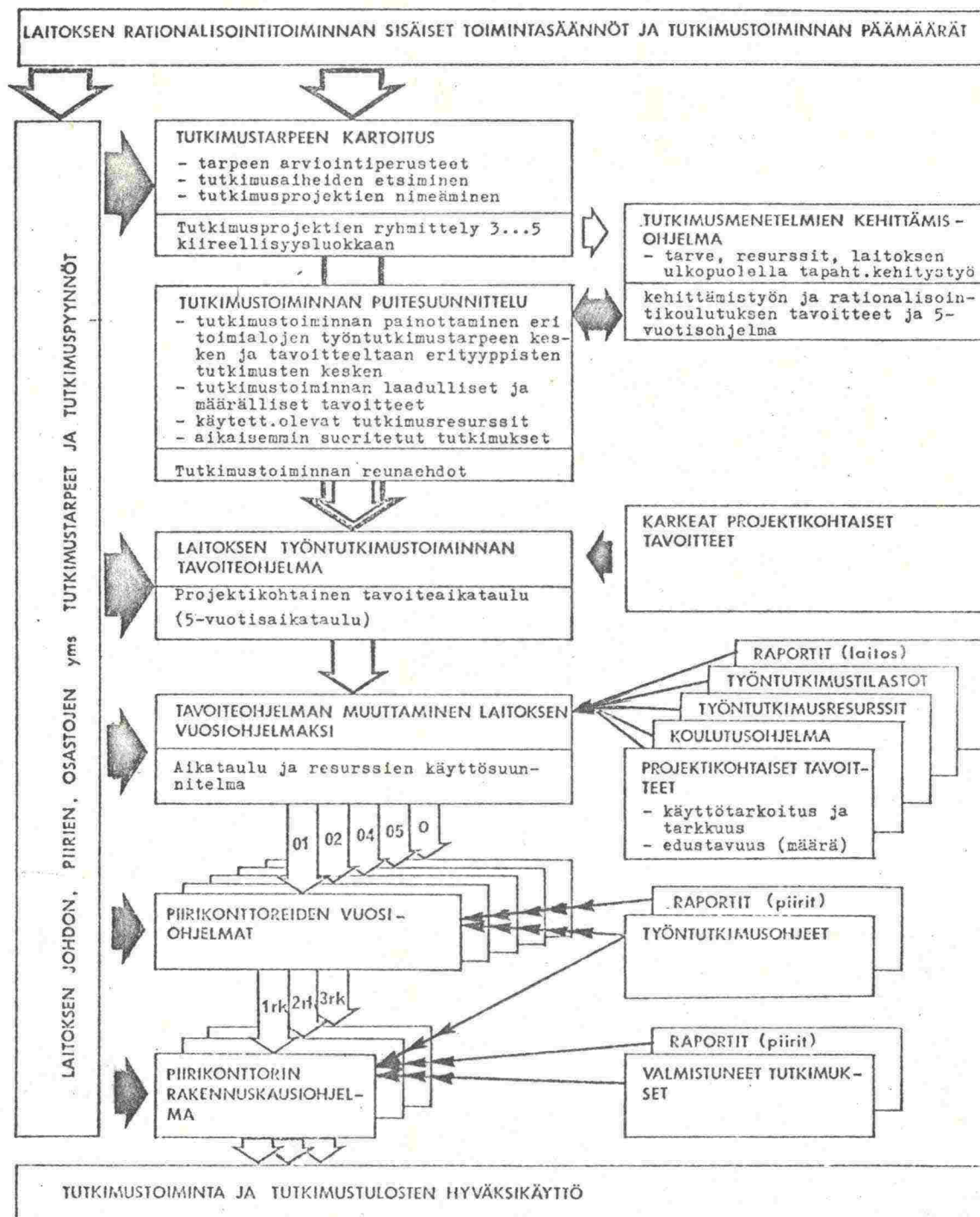
1.2 TYÖNTUTKIMUSTOIMINTA TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSESSA

1.21 Tutkimustoiminnan tavoitteet

Työntutkimustoiminnan tavoitteena on nykyistä parempien työmenetelmien kehittäminen ja tällöin ensisijassa tarpeettomien työn osien poistaminen ja työn tekeminen kevyeksi suorittaa. Tuloksia voidaan käyttää hyväksi seuraavasti: / 5 /

- työmenetelmien kehittämiseen
- päätöksentekoa varten tarvittavien tarkkojen asiatiетojen hankkimiseen

KUVA 1.1/1 Tie- ja vesirakennuslaitoksen rationalisointi-toiminnan ohjelmointijärjestelmä



- työnsuunnittelussa ja työnjärjestelyssä tarvittavien tietojen keräämiseen,
- tuotesuunnittelussa tarvittavien tietojen keräämiseen,
- työturvallisuuden lisäämiseen ja ihmistyön helpottamiseen,
- palkkauksen perustaksi suorituspalkkauksessa,
- työryhmien suuruuden mitoittamiseen sekä keskenään yhdessä työskentelevien työryhmien tai koneiden toiminnan tahdistamiseen,
- työssä tarvittavien koneiden, laitteiden ja työvälineiden parantamiseen,
- laadunvalvontaan ja työnjohtamiseen.

Rakennusosalalla työmenetelmien kehittäminen voidaan jakaa kahteen ryhmään: / 5 /

1 uuden menetelmän suunnittelu

- täysin uuden menetelmän luominen,
- vanhojen, hyviksi havaittujen menetelmien kesken tapahtuva valinta työnsuunnittelun yhteydessä,

2 käynnissä olevan työn parantaminen työkohteessa.

Rakennusosalalla samojen työvaiheiden toistuvuus on suhteellisen suuri, mutta työpaikkojen vaihtuminen jatkuvaan, joten suurimmat ja nopeimmin aikaansaavat säästöt on saavutettavissa huolellisella työnsuunnittelulla - tällöin työntutkimuksen tarve käynnissä olevien töiden parantamiseen vähenee ja toiminta voidaan ohjata tuottavampaan työhön eli uusien menetelmien kehittämiseen. Kun työntutkimustulokset puetaan yleiseen muotoon työnsuunnittelun tarpeita varten, ns. taloudellisuusstandardeiksi, voidaan tutkimustuloksia käyttää hyväksi kaikissa vastaavaa työtä vaativissa työkohteissa, joten tutkimuksen hyöty moninkertaistuu verrattuna yhdessä työkohteessa tehtyyn menetelmän parantamiseen. Täysin uuden menetelmän avulla on tarkoitus etsiä uusi työskentelytapa, uusi koneyhdistelmä, uusi työväline tai kone, parantaa tuotteen laatua tai rakennetta, lisätä työturvallisuutta jne.

Tutkimusprojektit voidaan jakaa projektille asetettujen ta-

voitteiden perusteella seuraavasti:

- projektit, jotka on pakko hoitaa (esim. lain tms. edellyttämän muutoksen tai laitoksen johdon määräyksen vuoksi),
- projektit, jotka ovat tarpeen tuotantotoiminnan ylläpitämiseksi (esim. tuotantomenetelmän, raaka-aineen, uusien koneiden, työturvallisuuden tms. edellyttämät projektit),
- projektit, jotka auttavat nykyisten investointien korvaamisesta (esim. erilaisten vaihtoehtojen kartoittaminen ja tutkiminen, uusien ratkaisujen etsiminen jne.),

Tie- ja vesirakennuslaitoksessa työntutkimustoiminnan tärkeimpänä tavoitteena on saada aikaan tavoitejohtamisessa tarvittava taloudellisuusstandardisto sekä kehittää uusia nykyisiä parempia työmenetelmiä. Taloudellisuusstandardistoa tarvitaan rakentamiseen ja kunnossapitoon liittyvän tuotesuunnittelun, työnsuunnittelun, työjärjestelyn ja toteutuksen valvonnan apuvälineiksi. Tutkimustoiminnalle asetetaan tavoitteet taloudellisuusstandardiston kattavuusprosentteina ja työmenetelmäparannusten avulla saavutettavina kustannussäästöinä. Kattavuusprosentilla tarkoitetaan sitä prosentuaalista osuutta, jonka taloudellisuusstandardisto kattaa rakennus- ja kunnossapitotöistä. Työmenetelmäparannusten aiheuttamat kustannussäästöt lasketaan olettamalla, että uutta menetelmää on sovellettu kaikissa kyseessä olevissa töissä. Työturvallisuuden ja ergonomian sekä koneiden ja materiaalien kehittämistoiminnalle asetetaan tavoitteet tutkimusprojekteittain tutkimuksen päämäärän mukaisesti.

1.22 Tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimusjärjestelmä ja taloudellisuusstandardisto

Tie- ja vesirakennushallituksessa käytössä oleva työnmittausjärjestelmä on kehitetty lähinnä taloudellisuusstandardien laadintaa varten. Järjestelmä perustuu standardiaikajärjestelmän hyväksikäytölle eli on olemassa useita tutkimuksen suorituksen tarkkuuden suhteen erilaisia työnmittaustapoja, joten työnmittaukset voidaan suorittaa työnosien merkityksen mukaisesti sekä siten, että kerran mitattua työtä tai

työnosaa voidaan käyttää toistuvasti hyväksi uusien mittaus-
tehtävien yhteydessä.

Maarakennustöiden ja koneiden työnmittauksessa käytettävät
tutkimukset ovat: / 5 /

- kapasiteettitutkimus, jonka avulla selvitetään toiminta-
välineen perus- ja menetelmäkapasiteetti koneen työsken-
nellessä tietyllä työmenetelmällä tietyissä olosuhteis-
sa
- lisäaikatutkimus, jonka avulla selvitetään tietyssä työ-
vaiheessa toimintavälineen (koneen) ajankäyttö,
- menetelmätutkimus, joka on tarkkuudeltaan karkea rakennus-
alan taloudellisuusstandardien laatimiseksi tehtävä työ-
vaihetta koskeva työnmittaus,
- työnkulkututkimus, jolla tarkoitetaan tutkimusta, jonka
avulla selvitetään rakentamisvaiheeseen sisältyvät työ-
vaiheet, niissä käytetyt työmenetelmät, materiaalit sekä
aika joko menetelmäsuunnittelua tai keskipitkän tähtäyk-
sen taloudellisuusstandardien laadintaa varten.

Kapasiteettitutkimus on työntutkimuskellolla rakennuskoneen
työstä suoritettu noin tunnin pituinen työnmittaus. Tutki-
muksen avulla selvitetään koneen perus- ja menetelmäkapasi-
teetit sekä niiden suuruuteen vaikuttavat tekijät koneen
työskennellessä erilaisilla työmenetelmillä ja erilaisissa
olosuhteissa. Kapasiteettitutkimuksen tuloksia voidaan
käyttää hyväksi:

- koneen työmenetelmien parantamiseen,
- työpaikkajärjestelyn kehittämiseen,
- taloudellisuusstandardien laadintaan,
- eri koneiden ja työmenetelmien keskinäiseen vertai-
luun,
- koneiden teknisten ominaisuuksien parantamiseen.

Lisäaikatutkimuksen avulla selvitetään rakennuskoneen ajan-
käyttö tietyissä olosuhteissa. Ajankäyttöä tutkittaessa
selvitetään koneen työskentelyssä syntyneiden keskeytysten
aiheutumissyitä. Tutkimuksessa ryhmitellään keskeytykset
niiden pituuden mukaan lyhyihin, alle tunnin mittaisiin ja
pitkiin, yli tunnin mittaisiin työskentelyn keskeytyksiin.
Tutkimuksen kesto on n. 3 työvuoron pituinen.

Lisäaikatutkimukseen liittyy yleensä yksi tai useampia kapasiteettitutkimuksia toimintavälineen perus- ja menetelmäkapasiteetin selvittämistä varten. Lisäaikatutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi mm:

- välittömästi tutkimuksen loputtua työmenetelmän ja työpaikkajärjestelyn parantamiseen,
- koneen ajankäytön tehostamiseen (esim. koneiden keskinäinen tahdistaminen),
- taloudellisuusstandardien laatimiseen.

Menekkitutkimuksen avulla selvitetään työvaiheen suorittamiseen tarvittava aika ja materiaali sekä työvaiheen työmäärät, toimintayksikkö, työmenetelmät ja olosuhteet rakennusalan taloudellisuusstandardien laadintaa varten. Menekkitutkimus on työntutkijan johdolla suoritettava tarkuudeltaan karkea ajankäyttötutkimus. Sen kesto on yleensä sama kuin työvaiheen kesto. Tutkimustuloksia voidaan tarkentaa tärkeimpien työvaiheiden osalta lisäaika- ja kapasiteettitutkimusten avulla. Menekkitutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi mm:

- rakennusalan työvaihetasaisen standardiaikajärjestelmän ja taloudellisuusstandardien laadintaan,
- rakentamisvaiheen ja työvaiheen menetelmien parantamiseen sekä uusien työmenetelmien informointiin
- työnsuunnitteluun.

Työnkulkututkimusten avulla selvitetään rakentamisvaiheesta työvaiheet ja niiden keskinäiset riippuvuudet, työmenetelmät ja materiaalit sekä rakentamisvaiheeseen kulunut aika ja aikaa vastaavat olosuhteet. Työnkulkututkimukseen liitetään yleensä kaikkien työvaiheiden menekkitutkimukset ja tarvittaessa myös tärkeimpien työvaiheiden kapasiteetti- ja lisäaikatutkimus. Tutkimustuloksia käytetään hyväksi rakentamisvaiheiden työnsuunnittelua varten laadittavien rakentamisvaihestandardien laadinnassa sekä työkokonaisuuksien menetelmöinnissä.

Työntutkimustulosten tärkein käyttöala on taloudellisuusstandardien laadinta. Taloudellisuusstandardi voidaan mää-

ritellä seuraavasti: / 28 /

- taloudellisuusstandardi on toistuvaan käyttöön tarkoitettu tavoite työhön käytettävästä ajasta, materiaalista ja kustannuksista,
- taloudellisuusstandardi on toistuvaan käyttöön tarkoitettu pysyväisluontoinen tavoitelaskelma, jota käytetään toiminnan suunnittelussa ja toiminnan taloudellisen suorituksen tarkkailussa,
- taloudellisuusstandardi on suunnittelun apuväline.

Taloudellisuusstandardien avulla asetetaan toiminnalle tavoitteet. Tavoitteiden vaativuuden perusteella taloudellisuusstandardit on jaettavissa kolmeen ryhmään: / 28 /

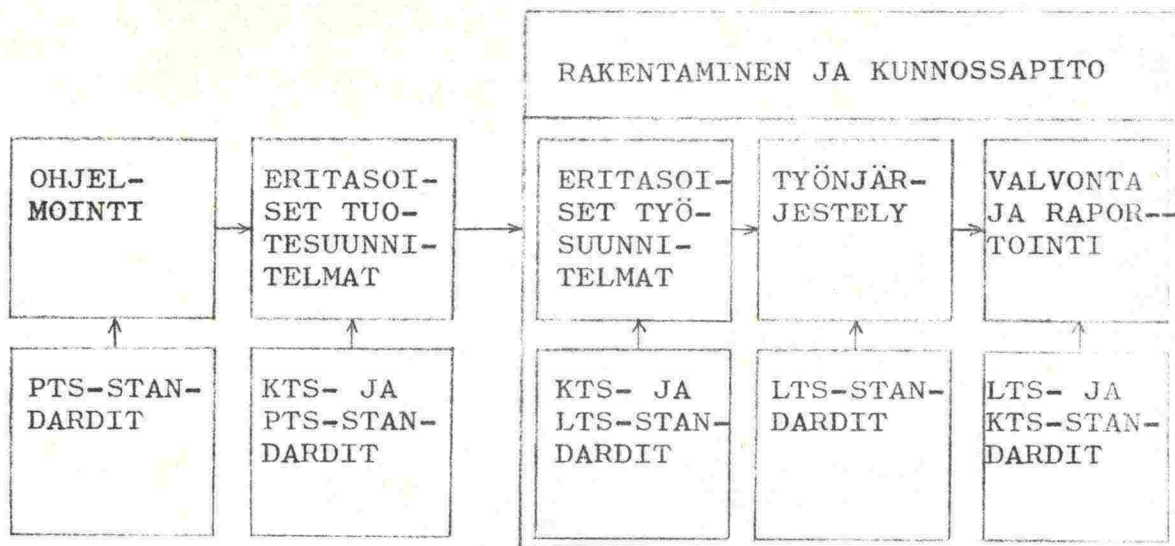
- ideaalistandardit, jotka eivät sisällä työssä syntyviä aikahäiriöitä
- tavoitestandardit, jotka ovat saavutettavissa kun työ toteutetaan hyvän suoritustason mukaisesti
- suoritustandardit, jotka edustavat nykyisin käytössä olevaa suoritustasoa.

Taloudellisuusstandardit ovat johtamisen apuväline, ja ne voidaan käytön mukaan ryhmitellä seuraavasti: / 28 /

- toimintasuunnittelun eri taso
 - pitkän tähtäyksen suunnittelu (PTS)
 - keskipitkän tähtäyksen suunnittelu (KTS)
 - lyhyen tähtäyksen suunnittelu (LTS)
- rakennushankkeen toteutuksen eri vaiheissa (kuva 1.22/1)
 - toiminnan ohjelmointi ja yleissuunnittelu
 - tuotesuunnittelu
 - rakentaminen ja kunnossapito
- johtamistoiminnan eri vaiheissa (kuva 1.22/2)
 - tavoitteiden asettelu
 - toiminnan suunnittelu
 - toteutuksen valvonta.

Taloudellisuusstandardeja voidaan käyttää lisäksi normaja. ja laatuvaatimuksia koskevassa tutkimustyössä. Toisaalta taloudellisuusstandardit edellyttävät aina työn suorittamista asetettujen laatuvaatimusten mukaisesti.

Kuva 1.22/1. Taloudellisuusstandardien käyttö hankesuunnittelun eri vaiheissa



Rakentamisen ja kunnossapidon yhteydessä taloudellisuusstandardeja tarvitaan seuraavasti: / 28 /

- suunnittelupuitteiden anto
 - kustannuspuitteet
 - ajoituspuitteet
 - toimintayksiköiden käytön puitteet
- työnsuunnittelun suoritus (kuva 1.22/3)
 - menetelmien ja toimintayksiköiden valinta,
 - materiaalin käyttöä
 - ajoitus ja työn keston laskeminen
 - kustannusten laskeminen
- työnjärjestely
 - työntoteutusohjeet
 - toimintayksiköiden tahdistus
 - muistilistojen laatiminen
 - toimintayksiköiden kapasiteettien seuraaminen ja työaikataulun edellyttämien korjausten suorittaminen
 - työmenetelmien, työpaikkajärjestelyn yms. parantaminen ja kehittäminen
- valvonta ja raportointi

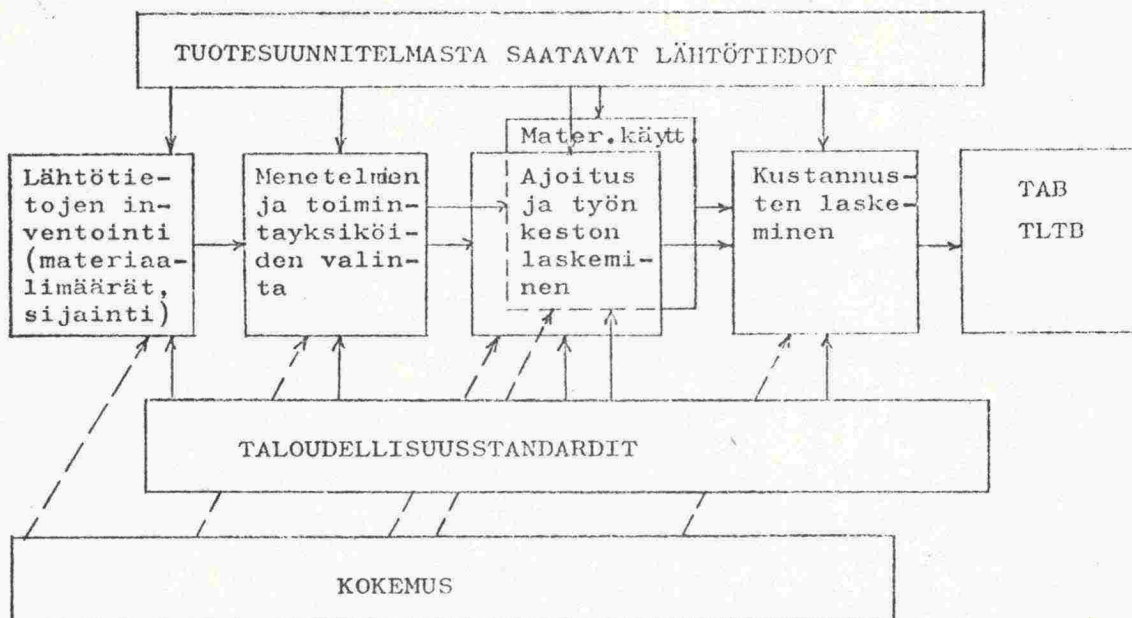
Taloudellisuusstandardit voidaan ryhmitellä sisällön ja käytön perusteella (kuva 1.22/4): / 28 /

- menetelmästandardeihin (kuva 1.22/5),
- ajoitusstandardeihin (kuva 1.22/6)

KUVA 1.22/2. Taloudellisuusstandardien käyttö johtamisen eri vaiheissa ja eri johtotasoilla

	Tavoitteet, valvonta			Vaihtoehtojen tutkiminen ja työsuunnittelu						
	Taloudelli- suus	Määrällinen edistyminen	Tuottavuus	Menetelmien valinta	Työn kestojen määrittäminen	Toiminta- yksiköiden valinta	Kapasiteet- tien ar- viointi	Materiaa- lien käyttö	Hinnoitte- lu	Kustannus- määrittäminen
KESKUSHALLINTO	mk/km	km/v	tie-m3/kone- tonni- tunti km/mtv							mk mk/km
PIIRIHALLINNON YLIN JOHTO	mk/km mk/tie-m3 mk/m3rtr	välitavoite	tie-m3/kone- tonni- tunti		kuukausi		ton/kk m2/kk m3rtd/kone- tonni- tunti	m3itd/km kg/m2		mk mk/km mk/m3rtr mk/koneton
HANKKEEN JOHTO	mk/m3rtr mk/m2	m3rtr/rk m2/rk (TAB)	tie-m3/kone- tonni- tunti km/mtv m3rtr/työ- vuoro m2/tunti	puskutyö/ kuormaus- kuljetus- koneyhdis- telmä	viikko	KA/TR KKH/KUP	m2/h m3itd/h (K4-kapasi- teetti)	m3itd/m3rtr kg/m2	mk/h mk/km mk/kg	mk mk/m3rtr mk/m2
	mk/m3rtr mk/m2	m3rtr/tk m2/tk (TLTB)	m3rtr/työ- vuoro m2/tunti	kuokkakaivu/ pistokaivu	työvuoro	KA/TR KKH/KUP KKH20/KKH14 KKH14K/ KKH14P	m2/h m3itd/h (K3-kapasi- teetti)	m3itd/m3rtr kg/m2	mk/h mk/km mk/kg	mk mk/m3rtr mk/m2
TYÖKOHDDEMESTARI TAI TYÖNJOHTAJA		m3rtr/tv (työkohde- suunnit- telu	m2/h m3itd/h	työpaikkajär- jestelyyn liittyvä työmenetel- män valinta	tunti	KKH20/KKH14	m2/h m3itd/h (K3 ja K2- kapasitee- tti)	m3itd/m3rtr kg/m2	mk/h mk/km	mk mk/m3rtr mk/m2

KUVA 1.22/3. Keskipitkän ja lyhyen tähtäyksen työnsuunnittelun vaiheet ja suunnittelussa tarvittavat tiedot



- materiaalistandardeihin (kuva 1.28/7) ja
- kustannusstandardeihin (kuva 1.22/8) sekä
- muihin standardeihin (kuva 1.22/9).

Työntutkimusta voidaan käyttää parhaiten hyväksi lyhyen tähtäyksen työnsuunnittelua ja työnjärjestelyä varten tehtävien menetelmä- ja ajoitusstandardien laadintaan. Työntutkimus soveltuu hyvin myös tärkeimpien töiden keskipitkän tähtäyksen standardien laadintaan.

KUVA 1.22/4 Taloudellisuusstandardisto

	MENETELMIEN JA TOI- MINTAYKSIKÖIDEN VALINTA	AJOITUS	MATERIAALIN KÄYTTÖ	KUSTANNUSTEN- LASKELMAT	MUUT STANDARDIT
LTS	TYÖMENETELMÄ- TIEDOT MITOITUSOH- JEET	TYÖHARVO- STANDARDIT MENETELMÄ- KAPASITEET- TISTANDARDIT TYÖVUOROKA- PASITEETTI- STANDARDIT	MASSAKERROIN- TIEDOT (LTS) MATERIAALIN HUKKATIEDOT	MATERIAALI- HINNAT PALKKATILAS- TOT ENIMMÄIS- VUOKRAT KULJETUS- TAKSAT	KÄSITETIEDOT OLOSUHDETIEDOT LAATUSTANDARDIT TYÖN TOISTUVUUS- TIEDOT
KTS	MENETELMÄ- TIEDOT TOIMINTAYKSIKÖ- TIEDOT	TYÖVAIHE- STANDARDIT LISÄAIKA- TIEDOT RAKENTAMIS- VAIHE- JA KUNNOSSAPI- TOSTANDARDIT	MASSAKERROIN- TIEDOT (KTS) MATERIAALIMÄÄRÄ- TIEDOT	KUSTANNUS- TIEDOT MATERIAALI- KUSTANNUS- TIEDOT NIESTYÖKUS- TANNUSTIEDOT KONETTYÖKUS- TANNUSTIEDOT KULJETUSKUS- TANNUSTIEDOT TUOTESTANDAR- DIT II	
KTS				OHJELMOINTI- STANDARDIT	

KUVA 1.22/5 Menetelmästandardit ja niiden käyttö

Standardi	Standardin pääasiallinen käyttö
Työmenetelmä- tiedot	<ul style="list-style-type: none"> - uusien työmenetelmien opetus - vanhan työmenetelmän parannus - työpaikkajärjestelyn suunnittelu - koneen oikea työmenetelmä tietyissä olosuhteissa
Mitoitus- ohjeet	<ul style="list-style-type: none"> - työjärjestely- ja työkohdesuunnitel- mien laatiminen - toimintavälineiden määrän mitoitus ja keskinäinen tahdistaminen
Menetelmä- tiedot	<ul style="list-style-type: none"> - toimintayksiköiden ja työmenetelmien edullisuuden vertailu ja toimintayk- sikön valinta
Toimintayksik- ötiedot	<ul style="list-style-type: none"> - koko hankkeen kokonaisuuden kannalta edullisimpien toimintayksiköiden va- linta

KUVA 1.22/6 Ajoitusstandardit ja niiden käyttö

Standardi	Standardin pääasiallinen käyttö
Työnarvostandardit	<ul style="list-style-type: none"> - työn kestoajan laskeminen miestyössä - miestyön tarve - eri työmenetelmien valinta - urakananto - miestyön/konetyön keskinäinen taloudellinen vertailu
Menetelmäkapasiteetti-standardit	<ul style="list-style-type: none"> - toimintavälineiden tahdistus - konevertailujen teko - työmenetelmävertailut - työvuorokapasiteetin määrittäminen - enimmäisohjeluokkien yksikköhintojen laskeminen
Työvuorokapasiteetit	<ul style="list-style-type: none"> - työn keston ja kustannusten laskeminen - vaihtoehtolaskelmat - kapasiteettien seuraaminen - rakentamis- ja kunnossapitovaihestandardien tarkentaminen
Työvaihestandardit	<ul style="list-style-type: none"> - koko työvaiheen ajoitus- ja kustannuslaskelmat - rakentamis- ja kunnossapitovaihestandardien laadinta (apustandardit)
Lisäaikatiedot	<ul style="list-style-type: none"> - pitkien työvaiheiden ajoituksen korjaus (apustandardit) - rakennuskoneiden käyttötalouslaskelmat
Rakentamisvaihe- ja kunnossapitovaihestandardit	<ul style="list-style-type: none"> - KTS-tason ajoituslaskelmat ja kustannuslaskenta - tuotesuunnittelun vaihtoehtolaskelmat - pienten työkohteiden LTS-tason suunnittelu

KUVA 1.22/7 Materiaalistandardit ja niiden käyttö

Standardi	Standardin pääasiallinen käyttö
Massakerrointiedot (LTS)	<ul style="list-style-type: none"> - tarkka massan käytön suunnittelu - massansiirtosuunnitelmat - kuljetuskaluston mitoitus
Materiaalin hukkatiedot	<ul style="list-style-type: none"> - materiaalin hankinta - materiaalien käytön suunnittelu - varastointitappiot ja hukkaprosentit
Massakerrointiedot	<ul style="list-style-type: none"> - massan käytön suunnittelu - massansiirtosuunnitelmat
Massakerrointiedot (KTS)	<ul style="list-style-type: none"> - massan käytön suunnittelu - massansiirtosuunnitelmat

KUVA 1.22/8 Kustannusstandardit ja niiden käyttö

Standardi	Standardin pääasiallinen käyttö
Materiaalibinnat	- materiaalikustannusten laskenta ja seuraaminen
Palkkatilastot	- palkkakustannusten laskenta - palkkaus ja urakananto - ansiotason kehityksen seuraaminen ja työehtosopimusneuvottelut
Enimmäisvuokrat	- vuokratonaiden kustannusten laskenta - yhtenäisen tason ylläpitäminen - kustannustasovertailu
Kuljetustaksat	- kuljetuskustannusten laskenta - laskutus - yhtenäisen tason ylläpitäminen
Kustannustiedot	- tavoitteiden asettaminen - tavoitebudjettien tarkastus - raporttien tarkastus ja seuranta - karkea työnsuunnittelu
Materiaalikustannustiedot	- materiaalien kustannusosuuden laskeminen - seuranta ja raporttien tarkastus
Miestyökustannustiedot	- miestyön kustannusosuuden laskeminen - seuranta ja raporttien tarkastus
Konetyökustannustiedot	- konetyön kustannusosuuden laskeminen - seuranta ja raporttien tarkastus
Kuljetuskustannustiedot	- kuljetusten kustannusosuuden laskeminen - seuranta ja raporttien tarkastus
Tuotestandardit I	
Tuotestandardit II	
Ohjelmointistandardit	- tavoitteiden asettelu - toimenpiteiden ohjelmointi - tuotteiden kustannusvertailu

KUVA 1.22/9 Muut standardit ja niiden käyttö

Standardi	Standardin pääasiallinen käyttö
Käsitetiedot	- standardeihin liittyvien käsitteiden, lyhenteiden ym. selventäminen
Olosuhdetiedot	- työhön vaikuttavien olosuhteiden arviointi esim. roudan syvyys, päivän pituus, lämpötilat jne.
Laatustandardit	- työn tason määrittely ja valvonta
Työn toistuvuustiedot	- tietyin jaksoin toittuvien toimenpiteiden ennakointi esim. kunnossapitotoimenpiteet

1.3 TUTKIMUKSEN RAJAUS

Tie- ja vesirakennuslaitoksessa suoritettava tuotantotekninen rationalisointityö on pääasiassa aktiivista rationalisointia. Aktiivinen rationalisointi edellyttää toiminnan ohjaamista; ohjelmointia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on palvella tie- ja vesirakennuslaitoksessa suoritettavan tuotantoteknisen rationalisoinnin ohjelmointia. Tuotantoteknisen rationalisoinnin tärkein osatekniikka on tällä hetkellä työntutkimus. Tie- ja vesirakennuslaitoksen työntutkimustoiminnan tärkeimpänä tavoitteena on aikaansaada taloudellisuusstandardisto rakentamisen ja kunnossapidon tuotesuunnittelun, työnsuunnittelun, työnjärjestelyn ja toteutuksen valvonnan apuvälineeksi. Tämä tutkimus käsittää rakentamisen taloudellisuusstandardien pitkän tähtäyksen tarveohjelman edellyttämän töiden ja koneiden ryhmittelyn kiireellisyysluokkiin. Sijoitettaessa töitä ja koneita eri kiireellisyysluokkiin on otettu huomioon jo olemassa oleva standardisto ja työntutkimusmateriaali.

2. MAARAKENNUSTÖITÄ KOSKEVIEN TYÖNTUTKIMUSTEN TÄRKEYSJÄRJESTYKSEN MÄÄRÄÄMINEN

2.1 TÄRKEYSJÄRJESTYKSEN MÄÄRÄÄMISESSÄ KÄYTETYT ARVIOINTI-PERUSTEET JA KÄYTETTY TUTKIMUSMATERIAALI

2.11 Arviointiperusteet

Tutkimustulosten luotettavuuden kannalta työntutkimusten kohdevalintaa koskevien arviointiperusteiden asettaminen on määräävin vaihe.

Arviointiperusteiden tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

- objektiivisuus
- helppokäyttöisyys eli arvioinnissa tarvittavan materiaalin tulee olla helposti saatavissa,
- yhteismitallisuus eli niiden tulee soveltua kaikkien tienrakennuksessa esiintyvien töiden tutkimustarpeen arviointiin,
- monikäyttöisyys eli niiden tulee soveltua myös rationalisointiprojektien tavoitteiden saavutuksen valvontaan,
- luotettavuus eli niiden soveltuvuudesta tulee olla muualta saatuja kokemuksia.

Arviointiperusteet (kriteerit) voidaan jakaa kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin perusteisiin. Pyrittäessä objektiiviseen arviointiin tulee kysymykseen lähinnä kvantitatiivisten kriteerien käyttö; niiden avulla voidaan määrätä tutkijasta riippumattomia ja rationalisointiprojektin tavoitteiden toteutumisen valvontaan soveltuvia tunnuslukuja. Kvantitatiivisiä arviointiperusteita käytettäessä jää tutkimustarpeen arvioinnin ulkopuolelle osa sellaisia rationalisointiprojekteja, joiden pääasiallisena tarkoituksena on muu kuin tuottavuuden nostaminen. Esimerkkinä voidaan mainita projektit, joiden avulla pyritään pienentämään työn henkistä rasittavuutta; tällöin on käytettävä kvalitatiivisia arviointiperusteita.

Rakentamisvaiheiden työntutkimusten kiireellisyysjärjestyksen määrittämiseen voidaan käyttää seuraavia arviointiperusteita:

- rakentamisvaiheiden kustannusten suuruus,
- tuottavuuden kehittyminen eri rakentamisvaiheissa,
- menetelmätaso eli toteutuksen hyvyys,
- suunnitelmataso eli kuinka hyvin eri rakentamisvaiheet suunnitellaan,
- rakentamisvaiheiden ajoituksellinen merkitys eli kuinka rakentamisvaihe vaikuttaa koko hankkeen kestoon ja mikä on eri rakentamisvaiheiden keskinäinen järjestys
- kehitysnäkymät eli mikä on rakentamisvaiheen arvioitu määrällinen tai laadullinen kehittyminen.

Rakentamisvaiheiden kustannusten suuruutta on tässä yhteydessä tarkasteltu selvittämällä rakentamisvaiheiden vuosittaiset kokonaiskustannukset, kustannusten jakautuminen eri kustannuslajeille sekä lisäksi omien ja osaurakoiden kesken. Kokonais- ja työkustannukset osoittavat tienrakennuksessa ne alueet, joissa pääosa kustannuksista syntyy ja jotka tämän vuoksi ovat rationalisoinnin kannalta tärkeimmät. Koska tässä tutkimuksessa pyritään työntutkimustoiminnan ohjaamiseen, annetaan työkustannuksille suurempi paino kuin kokonaiskustannuksille, jotka ovat merkittävämpiä tarkasteltaessa yleensä rationalisointityön kohteita. Kustannusten jakautumisella omien töiden ja osaurakoiden kesken on tässä mielessä toisarvoinen merkitys. Töissä, joissa osaurakoiden osuus on suuri, on työntutkimusten avulla saavutettavien säästöjen synty hitaampaa kuin pääasiassa laitoksen omina töinä tekemien töiden kohdalla. Lisäksi urakkavoittoisten töiden tuottavuuden nousuun ja hintatasoon saattavat ainakin lyhyellä tähtäimellä vaikuttaa enemmän muut syyt kuin varsinaiset rationalisointitoimenpiteet, esim. urakoitsijoiden työllisyystilanne jne.

Tuottavuuden kehittymistä ei sellaisenaan voi käyttää työntutkimustarpeen arviointiin. Työntutkimustarvetta osoittaa tietyn suoriteryhmän kohdalla havaittu sellainen tuottavuuden kehitys, joka on laskeva tai selvästi maarakennustöi-

den keskimääräistä tuottavuuden nousua pienempi.

Maarakennusalan töiden tuottavuutta on selvitetty Suomen Rakennusurakoitsijaliiton julkaisemassa rakennuspoliittisessa ohjelmassa. / 6 /. Ohjelmassa on arvioitu tuottavuuden keskimääräiseksi vuotuiseksi kasvuksi 0,2...1,5 % riippuen työpanoksen määrittämistavasta. Luvut ovat maarakennusalan tilastotietojen puutteellisuuden vuoksi niin epävarmoja, että niitä ei ole voitu käyttää vertailutietoina.

Selvitettäessä suoriteryhmiä tuottavuuden kehittymistä tie- ja vesirakennuslaitoksessa on tuotoksen ja panostekijöiden määrittäminen huomattavasti helpompaa kuin koko maarakennustoimintaa tarkasteltaessa. Nykyisestä laskentatiedosta voidaan suoraan määrittää eri suoriteryhmiä suoritemäärät ja eri panostekijöiden aiheuttamat kustannukset. Ongelmaksi jää vain kustannustason nousun ja materiaalin ja työn laadun muutosten selvittäminen, kun työmaiden yhteiskustannukset ja keskushallinnon menot jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Vertailukohteeksi tarvittava keskimääräinen tuottavuuden kehitys voidaan määrittää suoriteryhmiä tuottavuuksien kustannuksilla painotettuna summana.

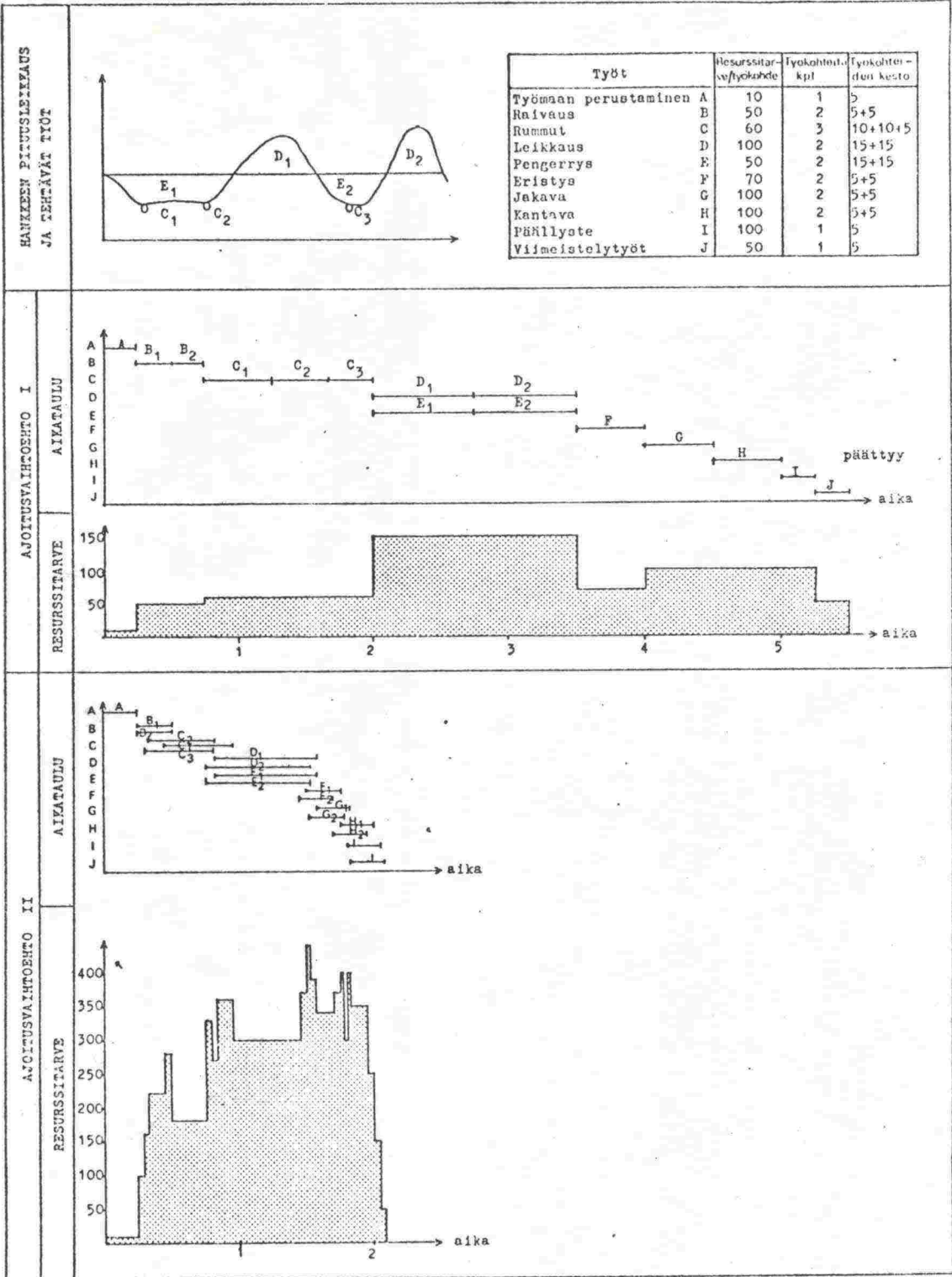
Menetelmätaso on työn toteutuksen suhteellisen hyvyyden mitta. Tässä menetelmätasolla tarkoitetaan kaikkia niitä tekijöitä, jotka tietyssä työssä antavat odottaa taloudellisuusstandardien ja tutkimustulosten käytön avulla saavutettavan kustannusten tai työmenekin alenemista. Menetelmätaso määritetään sekä menetelmävalinnan että toteutuksen hyvyyden perusteella. / 7 / Menetelmätasoa on tutkittu yksikkökustannusten hajonnan avulla. Hajonnan suuruus kuvaa lähinnä eri tiepiireissä käytettyjen menetelmien yhtenäisyyttä. Toteutuksen tasoa ja työmenetelmien määrää on tässä selvitetty haastattelujen avulla.

Menetelmien yhtenäistämisen sisällyttäminen työntutkimustarpeen arviointiin perustuu siihen, että suuri menetelmien määrä johtuu yleensä menetelmien paremmuutta tai niiden käytön edullisuutta selvittävien tutkimusten puuttumisesta. Toteutuksen taso on selvästi työntutkimustarvetta kuvaava tekijä. Toteutuksen tason käyttämisen tutkimustarpeen kriteerinä tekee vaikeaksi sopivan vertailutason määrittely.

Suunnitelmatasoa, joka kertoo miten hyvin työnsuunnitteleja kykenee tuotesuunnitelmien ja muiden tiedossaan olevien seikkojen perusteella ennakoimaan työnkulun ja siitä aiheutuvat kustannukset, on tutkittu vertaamalla suunniteltuja ja toteutuneita määriä ja yksikkökustannuksia. Työsuunnitelmien hyvyys on tärkeä työntutkimustarvetta osoittava tekijä tie- ja vesirakennuslaitoksessa, jossa työntutkimusta käytetään pääasiassa taloudellisuusstandardien laadintaan. Taloudellisuusstandardit on tarkoitettu suunnittelutyön helpottamiseen ja nopeuttamiseen sekä suunnitelmien laadun parantamiseen ja valvontaan.

Tierakennustoissa rakentamisvaiheiden ajoituksellinen kriittisyys riippuu hankkeen toteutukselle asetetuista puitteista. Hankkeen toteutukselle asetettavat suunnittelupuitteet voivat kohdistua hankkeen kokonaiskesto-aikaan, hankkeen alkamis- ja päättymisajankohtaan, hankkeen kustannusten jakautumiseen hankkeen kesto-aikaan ja henkilöstön ja työvoiman käyttöön (kuva 2.11/1). Tierakennushanke on alueellisesti laaja, joten eri rakentamisvaiheita voidaan toteuttaa samanaikaisesti eri työkohteissa ja eri töiden keskinäinen järjestys on määrätty etukäteen vain tietyn työkohteen sisällä (kuva 2.11/1).

Kuva 2.11/1 Esimerkki ajoitusvaihtoehtoista tienrakennustyössä



2.12 Tutkimusaineisto

Pääosa käytetystä tutkimusaineistosta on saatu tie- ja vesirakennuslaitoksen tiedonkeruu- ja laskentajärjestelmän tuottamasta tietoaaineistosta. Tie- ja vesirakennuslaitoksen tiedonkeruu- ja laskentajärjestelmälle on ominaista, että tiedot talletetaan konekielisinä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Kukin perustieto kirjataan konekielellä vain kerran. Ilmoitettu tieto on käyttökelpoinen kaikissa jatkokäsittelyn vaiheissa. Tietojenkäsittelyn kokonaisjärjestelmä muodostuu rekistereistä, joissa samoja perustietoja siirretään rekisteristä toiseen muokattuna vastaanottavan rekisterin edellyttämään muotoon (kuva 2.12/1).

Perustiedot kootaan piirikonttorissa neljää kanavaa pitkin:

- piirin laskentakeskus,
- kone- ja varastotoimialan kirjauskeskus,
- piirin kirjanpito,
- muu tietoaaineisto.

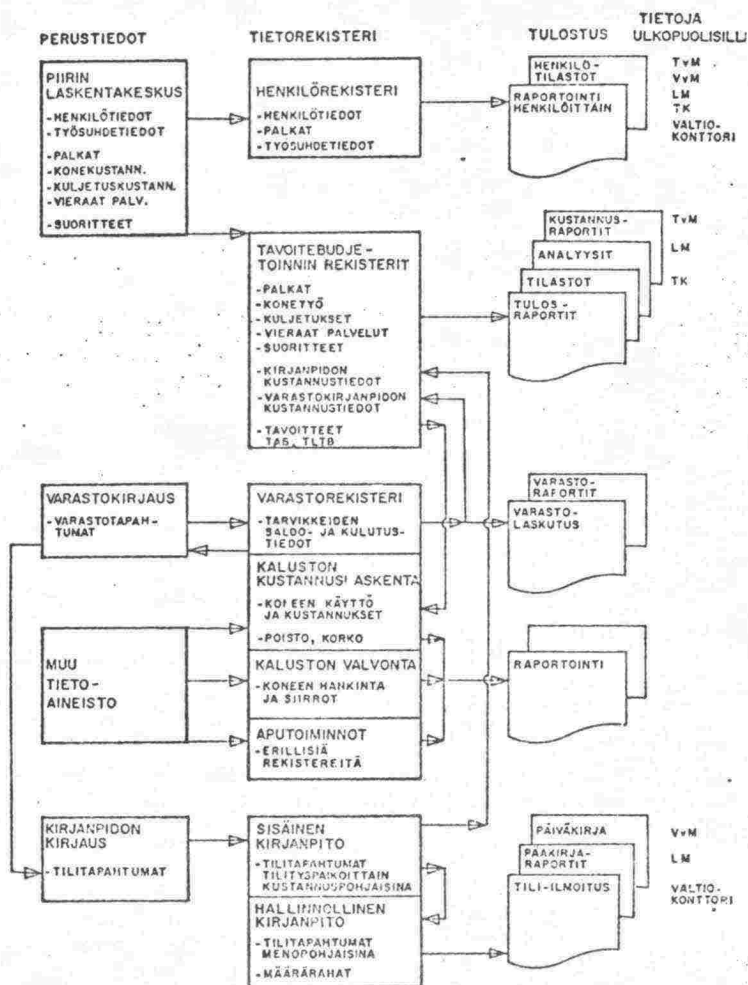
Varsinaista automaattista tietojenkäsittelyä varten perustiedot kootaan tie- ja vesirakennushallitukseen. Keskitetysti hoidettuja sovellutuksia ovat:

- henkilörekisteri,
- tavoitebudjetointirekisteri,
- varastokirjanpito,
- sisäinen kirjanpito,
- kaluston kustannuslaskenta,
- kaluston valvonta,
- aputoimintojen laskennat.

Tavoitebudjetointirekisteri saa perustietonsa piirien laskentakeskuksista, joista perustiedot toimitetaan ns. bruttovaiheen eli kustannustapahtumien laskentavaiheen jälkeen tie- ja vesirakennushallitukseen toteutumatiedoksi. Perustietoina tavoitebudjettirekisterissä on:

- palkkakustannukset,
- konetyökustannukset,
- kuljetuskustannukset,
- materiaalikustannukset,
- vieraat palvelut (jaksotetut) sekä
- suoritteet.

Kuva 2.12/1 Taloudellishallinnollisten atk-sovellutusten tiedonkulkukaavio (tv1)



Varastokirjanpidon kautta saadaan tarvikkeiden käytöstä aiheutuneet materiaalikustannukset konekielisessä muodossa suoraan toteutumati edoksi tavoitebudjetointiin kerran tilikaudessa. Samoin varastokirjanpidon kautta tulevista kustannustiedoista saadaan erittely toteutumati edoiksi tavoitebudjetointiin kerran kuukaudessa. Tavoitebudjetoinnin rekisterit sisältävät lisäksi hankkeiden alkuperäiset budjetit ja rakennuskausittaiset työn lopulliset tavoitebudjetit. Kertyneitä toteutumia verrataan työn lopulliseen tavoitebudjettiin. Tiedoista kootaan eri tasojen kus-

tannusraportit, tulosraportit, tilastot ja analyysit.

Varastokirjanpitosovellutuksen avulla hoidetaan varastorekisterit, joihin piirien varastokirjauksesta saadut tarvikkekohtaiset tiedot syötetään tilikausittain. Rekistereissä säilytetään tarvikkeiden saldo- ja kulutustiedot varastoittain.

Tilikausittaisesta tarvikkeen kulutuksesta tehdään erittely, joka toimii tilitositteena tilikirjanpitoon vietäessä. Sama erittely toimitetaan konekielisessä muodossa suoraan varastosovellutuksesta tavoitebudjetointiin kustannustiedoksi. Raportointi seuraa tarviketilannetta piireissä varastoittain.

Sisäinen kirjanpito saa perusaineistonsa piirien kirjanpidon tilitapahtumista kirjausvaiheen jälkeen ja säilyttää tilitapahtumat tilityspaikoittain kustannuspohjaisina. Sisäisestä kirjanpidosta saadaan kustannustiedot eriteltynä tavoitebudjetointirekisteriin konekielisenä.

Tavoitebudjetoinnin rekistereistä tulostetaan kustannus- ja tulosraportit, kustannusanalyysit, vuokratoneraportit ja muita erikoistarkoituksiin käytettäviä tilastollisia selvityksiä. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan vain hankkeen kustannusraporttia, kustannusanalyysijä ja vuokratoneraporttia, koska käytetty aineisto on saatu niistä.

Hankkeen kustannusraportin avulla voidaan seurata hankkeen, lohkon, vastualueen ja työkohteen suorite- ja kustannustilannetta vertaamalla toteutuneita suoritteita ja kustannuksia suunniteltuihin. Vertailukohteena on työn lopullinen tavoitebudjetti eli TLTB. Raportti laaditaan kahden viikon välein ja sen kumulatiivisuusjakso on rakennuskausi. Raportin tulostusmuoto on esitetty kuvassa 2.12/2 ja raportin sarakkeiden tietolähteet ja laskemistapa taulukossa 2.12/3. / 10 /

TVL

TAVOITEJOHTAMISRAPORTTI

HANKKEEN KUSTANNUSRAPORTTI 1971/1/31.03

PIIRI:		TOIMINNANHAARA			HANKE										LOHKO	
01 UUSIMAA		TEIDEN RAKENTAMINEN			8211 KT 55 VÄL. PORVOO-MÄNTSÄLÄ										3	
VA	LIT- TYÖ- TERA KOE YKS.	MÄÄRÄ (YKS.)			KUSTANNUS (MK)			YKSIKKÖKUSTANNUS			SALLITTU		MÄÄRÄERO		TALOUS.ERO	
		SUUNN.	TOT.	ERO	SUUNN.	TOT.	ERO	SUUNN.	TOT.	ERO	KUSTANNUS	MK	%	MK	%	
13	1610 01 M3KTR	15100	13817	+1283	96640	92528	+4112	6,40	6,70	-0,30	88429	+8211	+8	-4099	-5	
13	1610 02 M3KTR	13124	12445	+679	83993	93270	-9277	6,40	7,49	-1,09	79648	+4345	+5	-13622	-17	
13	1610 03 M3KTR	6125	9013	-2888	33075	57632	-24557	5,40	6,39	-0,99	48670	-15595	-47	-8962	-18	
13	1620 01 M3KTR	13580	8810	+4770	57036	50508	+6528	4,20	5,73	-1,53	37002	+20034	+35	-13506	-37	
13	1620 02 M3KTR	17090	11646	+5444	128175	88049	+40126	7,50	7,56	-0,06	87345	+40830	+32	-704	-1	
13	1620 03 M3KTR	3659	4906	-1247	23783	31892	-8109	6,50	6,50	+0,00	31889	-8106	-34	-3	+0	
13	YHTEENSÄ				422702	413879	+8823				372983	+49719	+12	-40896	-11	
15	1541 01 M3RTR	12000	9361	+2639	7800	6151	+1649	0,65	0,66	-0,01	6085	+1715	+22	-66	-1	
15	1542 01 M3RTR	11700	7643	+4057	65520	42376	+23144	5,60	5,54	+0,06	42801	+22719	+35	+425	+1	
15	YHTEENSÄ				73320	48527	+24793				48886	+24434	+33	+359	+1	
16	1521 02 M3KTR	5000	4500	+500	25000	22462	+2538	5,00	4,99	+0,01	22500	+2500	+10	+38	+0	
16	1541 02 M3RTR	23000	27485	-4485	14950	18770	-3820	0,65	0,68	-0,03	17865	-2915	-19	-905	-5	
16	1542 02 M3RTR	8000	6428	+1572	44800	32601	+12199	5,60	5,07	+0,53	35997	+8809	+20	+3396	+9	
16	YHTEENSÄ				84750	73833	+10917				76362	+8388	+10	+2529	+3	
21	9144 01 M3ITD	24285	15560	+8725	86454	52084	+34370	3,56	3,35	+0,21	55394	+31060	+36	+3310	+6	
21	9144 02 M3ITD	-16190	-11717	-4473	-57636	-33455	-24181	3,56	2,86	+0,70	-41713	-15923	+28	-8258	+20	
21	YHTEENSÄ				86454	52084	+34370				55394	+31060	+36	+3310	+6	
LOHKON TYÖKUSTANNUKSET					1541860	1484983	+56877				1499004	+42856	+3	+14021	+1	
LOHKON HYVITYKSET					-57636	-33455	-24181									
HANKKEEN TYÖKUSTANNUKSET					1910966	1716265	+194701				1731612	+179354	+9	+15347	+1	
HANKKEEN HYVITYKSET					-57636	-33455	-24181									
HANKKEEN YHTEISKUSTANNUKSET					405936	323587	+82349									
HANKE YHTEENSÄ					2259266	2006397	+252869									

LUVUT KUMULATIIVISIA RAKENNUSKAUDEN ALUSTA
NEGATIIVINEN LUKU MERKITSEE YLITYSTÄ JA POSITIIVINEN ALITUSTA SUUNNITELTUUN NÄHDEN

TAULUKKO 2.1 2/3 Hankkeen kustannusraportin sarakkeet, sarakkeiden tietolähteet ja laskemistapa. Laskukaavoissa suluissa olevat luvut tarkoittavat ao. saraknumeron sisältämää tietoa. Luvut lasketaan etumerkkeineen

Sarake	Sarakkeen nimi	Sarakkeiden tietolähde	Laskemistapa (numerot viittaavat sarakenumeroon)
1	Vastuualue	Hankkeen organisaatio-suunnitelma (TLTS)	
2	Littera	TLTB	
3	Työkohde	TLTB	
4	Suoriteyksikkö	Suoriteryhmittely	
5	Suunniteltu määrä (yks.)	TLTB	
6	Toteutunut määrä (yks.)	Koonti	
7	Määräero (yks.)		(5) - (6)
8	Suunniteltu kustannus (mk)	TLTB	
9	Toteutunut kustannus (mk)	Koonti	
10	Kustannusero (mk)		(8) - (9)
11	Suunniteltu yksikkökustannus (mk/yks.)	TLTB	
12	Toteutunut yksikkökustannus (mk/yks.)		(9) / (6)
13	Yksikkökustannusero (mk/yks.)		(11)-(12)
14	Sallittu kustannus		(6) x (11)
15	Määräero (mk)		(8) - (14)
16	Määräero (%)		$100 \times (15) / (8)$
17	Taloudellisuusero (mk)		(14) - (9)
18	Taloudellisuusero (%)		$100 \times (17) / (14)$

Kustannusanalyysit ovat yksikköhintoja koskevaa jälkilaskentatietoa. Kustannusanalyyseistä laaditaan kerran rakennuskaudessa Kustannustiedote-niminen moniste, jota käytetään työsuunnitelmien tarkastukseen ja toteutuksen valvonnan apuna. Kustannusanalyyseistä laaditaan myös Kustannustiedot-nimisiä taloudellisuusstandardeja.

Kustannusanalyysien laadintaa varten käsitellään tavoitebudjetoinnin rekisterin tiedot kahdella ohjelmalla. Toinen ohjelmista käsittelee tiedot piireittäin toinen kustannus-

alueittain (kuva 2.12/4). Molemmilla ohjelmilla tiedot käsitellään toiminnanhaaroittain ja suoriteryhmittäin kumulatiivisuusjakson ollessa yksi rakennuskausi. Tiedot käsitellään ja tulostetaan eriteltyinä kustannuslajeittain (miestyö, konetyö, materiaali, vieraat palvelukset ja kuljetus). Kokonaisurakat poistetaan käsittelystä ja osaurakat tulostetaan erikseen. Tiedot lasketaan ja tulostetaan myös valikoituina. Valikointi tarkoittaa, että käsittelystä poistetaan 10 % niistä työkohteista, joiden yksikkökustannus on pienin ja 25 % työkohteista, joiden yksikkökustannus on suurin. Valikointia ei suoriteta summatietojen yhteydessä eikä työkohteiden lukumäärän ollessa pienempi kuin viisi / 11 /. Kustannusanalyysien tulostusmuoto on esitetty kuvassa 2.12/5 ja saraketiedot taulukossa 2.12/4.

Vuokrakoneraportin avulla seurataan koneiden vuokrahintojen kehitystä. Raportti laaditaan ohjelmalla, joka ryhmittelee tie- ja vesirakennuslaitoksen omissa töissä käyttämien vuokrakoneiden työmäärät, tunnit ja vuokrat koneryhmittäin, konekoon, kaivuluokan, suoriteyksikön ja taksalajin perusteella ryhmiin. Ohjelma laskee myös kunkin ryhmän tunti- ja yksikkövuokran. Tiedot tulostetaan rakennuskauden pituisina jaksoina. Raportin tulostusmuoto on esitetty kuvassa 2.12/6.

Taulukko 2.12/4 Kustannusaluejako ja kustannusanalyysin sarakkeiden tiedot



Sarake	Sarakkeen sisältämä tieto	Sarake	Sarakkeen sisältämä tieto
1	Litteran numero	11A...	Konetyön yksikkökustannus, poikkeamat ja kokonaiskustannukset
2	Litteran suoriteyksikkö	..D	
3	Tunnus, joka ilmoittaa onko kyseessä oma työ (O) vai osaurakka (U)	12A...	Materiaalin yksikkökustannus, poikkeamat ja kokonaiskustannukset
4	Piirin tai kustannusalueen numero	..D	
5	Piirin tai kustannusalueen nimi	13A...	Vieraiden palvelusten yksikkökustannus, poikkeamat ja kokonaiskustannukset
6	Suoritemäärä	..D	
7	Litteran kokonaiskustannus ilman kuljetuskustannuksia	14A...	Kuljetusten yksikkökustannus, poikkeamat ja kokonaiskustannukset
8	Litteran kokonaiskustannus-kuljetus mukaanlukien	..D	
9	Kokonaisyksikkökustannus	15A...	Kokonaisyksikkökustannus, jossa ei ole huomioitu kuljetuksia
10 A	Miestyön yksikkökustannus	..C	
B	Miestyön yksikkökustannusten keskipoikkeama	16	Pienin ja suurin laskennassa mukana ollut työkohteen yksikkökustannus
C	Miestyön yksikkökustannusten oikeapuoleinen keskipoikkeama	17	Työkohteiden lukumäärä
D	Miestyön kokonaiskustannukset		

IVL

KUSTANNUSANALYYSI

SIVU 368

TOTEUTUNEET SUORITE - JA KUSTANNUSTIEDOT 71/2/24.09 P I R E I T T A I N TILIKAU SILTA 09 - 16

TOIMINNANHAARA: TEIDEN RAKENTAMINEN

A = KESKIMÄÄRÄINEN YKSIKKOKUSTANNUS MK/YKS. B = KESKIPOIKKEAMA C = OIKEANPUOLEINEN KESKIPOIKKEAMA D = KOKONAISKUSTANNUS

LIT- YK- TU NO NIMI SUORI- KOKONAISKUST. YKS.KUST. MISTYÖ KÖNETYÖ MATERI- VIERAAT KULJE- KUSTANNUKSET YHT. TK:N
TERA SIKKO TEMÄÄÄ -KULJ. +KULJ. KULJ. AALI PALV. TUS YKS.KUST. ÄÄRIÄRVOT LKM

9161 TN	O 08 KUOPIO	1328	17529	19618	14,77	A	1,96	2,03	9,20	0,00	1,57	13,20	13,20	1
						B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,20	
						C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
						D	2607	2700	12222	0	2089			
	O 10 VAASA	210	5431	5431	25,86	A	0,48	0,00	9,33	16,05	0,00	25,86	25,86	1
						B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,86	
						C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
						D	100	0	1960	3371	0			
9160	SO 08 KUOPIO	1328	17529	19618	14,77	A	1,96	2,03	9,20	0,00	1,57	13,20		1
	SO 08 KUOPIO		17529	19618		D	2607	2700	12222	0	2089			
	SO 10 VAASA	210	5431	5431	25,86	A	0,48	0,00	9,33	16,05	0,00	25,86		1
	SO 10 VAASA		5431	5431		D	100	0	1960	3371	0			
9170 TN	O 13 KAINUU	1601	16504	17418	10,88	A	0,00	1,36	8,95	0,00	0,57	10,31	0,91	3
						B	0,00	0,08	3,91	0,00	0,28	4,39	12,20	
						C	0,00	0,07	1,77	0,00	0,26	1,89		
						D	0	2170	14334	0	914			
	O 14 LAPPI	1997	31697	31697	15,87	A	0,08	0,00	5,21	10,60	0,00	15,87	15,87	1
						B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,87	
						C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
						D	129	0	10403	21165	0			
9170 TN	SO 13 KAINUU	1601	16504	17418	10,88	A	0,00	1,36	8,95	0,00	0,57	10,31		3
	SO 13 KAINUU		16504	17418		D	0	2170	14334	0	914			
	SO 14 LAPPI	1997	31697	31697	15,87	A	0,08	0,00	5,21	10,60	0,00	15,87		1
	SO 14 LAPPI		31697	31697		D	129	0	10403	21165	0			
9180 M3	O 14 LAPPI	20	1750	1793	89,65	A	56,40	24,00	0,00	7,10	2,15	87,50	87,50	1
						B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	87,50	
						C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
						D	1128	480	0	142	43			
9181 M3	O 14 LAPPI	230	11672	18314	79,63	A	25,36	18,67	4,06	2,66	28,88	50,75	50,75	1
						B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,75	
						C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
						D	5833	4295	933	611	6642			
9180 M3	SO 14 LAPPI	250	13422	20107	80,43	A	27,84	19,10	3,73	3,01	26,74	53,69		2
	SO 14 LAPPI		13422	20107		D	6961	4775	933	753	6685			

TVL		VUOKRAKONELASKENTA 1972 KAUSILTA				01 - 08	AJOPÄIVÄ 72.11.02		SIVU 41	
KOKO MAAN VUOKRAKONEET										
KONE- KOODI	KAIVU- LUOKKA	Y K S I K K Ö KOODI LYHENNE	T A K S A LAJI KOODI	TYÖMÄÄRÄ YKS.	TUNNIT H	VUOKRA MK	MK/H	MK/YKS.		
KKH 12	10	84	M3ITD	55	YKSIKKÖ	11475,5	161,94	6900,76	42,61	0,60
KKH 12	11	11	M	40	TUNTI	135,0	6,50	292,50	45,00	2,16
KKH 12	11	81	M3KTR	40	TUNTI	165,0	22,80	1026,00	45,00	6,21
KKH 12	11	82	M3KTD	50	YKSIKKÖ	45,0	0,98	49,50	50,51	1,10
KKH 12	11	84	M3ITD	40	TUNTI	10528,0	220,15	10286,70	46,72	0,97
KKH 12	11	84	M3ITD	55	YKSIKKÖ	5057,0	93,85	5057,00	53,88	1,00
KKH 12	12	11	M	40	TUNTI	465,0	25,25	1136,25	45,00	2,44
KKH 12	12	84	M3ITD	40	TUNTI	4100,5	115,03	5189,85	45,11	1,26
KKH 12	13	84	M3ITD	40	TUNTI	4526,0	124,55	5608,80	45,03	1,23
KKH 12	14	84	M3ITD	40	TUNTI	912,0	39,33	1777,17	45,18	1,94
KKH 12	15	84	M3ITD	40	TUNTI	510,0	21,92	1023,81	46,70	2,00
KKH 16	00	00		40	TUNTI	0,0	191,30	12233,30	63,94	0,00
KKH 16	00	00		46	TUNTI	0,0	42,08	1070,34	25,43	0,00
KKH 16	00	11	M	40	TUNTI	4751,0	120,32	7044,51	58,54	1,48
KKH 16	00	11	M	41	TUNTI	1350,0	0,84	11,70	13,92	0,00
KKH 16	00	11	M	42	TUNTI	12000,0	8,88	533,63	60,09	0,04
KKH 16	00	14	KM	41	TUNTI	77,6	9,58	118,76	12,39	1,53
KKH 16	00	14	KM	43	TUNTI	3,5	1,58	69,03	43,68	19,72
KKH 16	00	14	KM	44	TUNTI	212,3	17,73	484,91	27,34	2,28
KKH 16	00	14	KM	46	TUNTI	16,0	2,82	62,10	22,02	3,88
KKH 16	00	21	M2	40	TUNTI	64124,0	277,69	17043,29	61,37	0,26
KKH 16	00	21	M2	51	YKSIKKÖ	19358,0	25,75	2903,70	112,76	0,15
KKH 16	00	50	KPL	40	TUNTI	287,0	60,10	3230,95	53,75	11,25
KKH 16	00	81	M3KTR	40	TUNTI	2430,0	78,91	5129,15	65,00	2,11
KKH 16	00	82	M3KTD	40	TUNTI	219,0	14,88	763,19	51,28	3,48
KKH 16	00	84	M3ITD	40	TUNTI	52403,5	1076,16	59357,37	55,15	1,13
KKH 16	00	84	M3ITD	41	TUNTI	160,5	6,60	77,22	11,70	0,48
KKH 16	03	84	M3ITD	40	TUNTI	1033,0	15,20	889,20	58,50	0,86
KKH 16	03	84	M3ITD	55	YKSIKKÖ	787,5	6,85	472,50	68,97	0,60
KKH 16	04	84	M3ITD	40	TUNTI	10174,5	155,45	9093,87	58,50	0,89
KKH 16	06	84	M3ITD	40	TUNTI	832,0	11,56	676,27	58,50	0,81
KKH 16	07	84	M3ITD	40	TUNTI	1146,0	38,15	2231,78	58,50	1,94
KKH 16	09	84	M3ITD	40	TUNTI	182,0	3,80	222,31	58,50	1,22
KKH 16	10	84	M3ITD	40	TUNTI	2277,0	21,25	1243,15	58,50	0,54
KKH 16	10	84	M3ITD	50	YKSIKKÖ	12088,5	90,63	7253,10	80,02	0,60
KKH 16	11	84	M3ITD	40	TUNTI	1159,0	16,12	943,04	58,50	0,81
KKH 16	11	84	M3ITD	50	YKSIKKÖ	11016,5	94,26	8813,20	93,49	0,80
KKH 16	12	84	M3ITD	40	TUNTI	24224,0	297,67	17413,79	58,50	0,71
KKH 20	00	00		41	TUNTI	0,0	0,83	14,00	16,86	0,00

2.2 TUTKIMUSTULOKSET

2.21 Rakentamisvaiheiden kustannusten suuruus

Rakentamisvaiheiden merkitystä kustannusten suuruuden suhteen on tutkittu selvittämällä:

- rakentamisvaiheiden kokonaiskustannusten mukainen suuruusjärjestys,
- rakentamisvaiheiden työkustannusten (mies- ja konetyökustannusten) mukainen suuruusjärjestys,
- kustannusten jakaantuminen omien töiden ja osaurakoiden kesken.

Rakentamisvaiheiden kokonaiskustannusten ja työkustannusten suuruuteen ja niin ollen myös saatuun järjestykseen vaikuttavat:

- suoriteryhmittelyn rakenne,
- toimenpideryhmien painottuminen eli mikä on uusien teiden rakentamisen ja vanhojen teiden parantamisen keskinäinen suhde,
- tien suuntauksen, poikkileikkauksen ja rakenteiden laatu,
- kustannuslajien kustannuskehitys.

Suoriteryhmittelyn rakenne vaikuttaa rakentamisvaiheiden kustannusten mukaiseen suuruusjärjestykseen. Suoriteryhmittely on ohje, jonka perusteella kustannukset kohdistetaan. Ryhmittely voi periaatteessa tapahtua rakenneosien, työlaajien tai näiden molempien avulla. Ryhmittelyn käyttötarkoitus määrää millaiseksi ryhmittely on muodostettava ja käytettäessä ryhmittelyä muuhun kuin mihin se on tarkoitettu on ryhmittelyn mielekkyys ko. tarkoitukseen selvitettävä. / 27 / Tie- ja vesirakennuslaitoksen käyttämä tienrakennustöiden suoriteryhmittely on laadittu lähinnä tien rakenneosien pohjalta. Alalitteratasolla esiintyy sekä tuotteen osien perusteella että työvaiheiden perusteella suoritettua jaottelua. Esimerkiksi suoriteryhmissä **liikennevalaistus** on käytetty rakennusosien mukaista jaottelua, kun taas suoriteryhmissä **maanleikkaus** on käytetty työvaiheiden mukaista jaottelua (kuva 2.21/1).

Kuva 2.21/1 Tie- ja vesirakennuslaitoksen suoriteryhmittelyn rakenne. Suoriteryhmissä "liikennevalaistus" on käytetty rakenneosien mukaista ja suoriteryhmissä "maanleikkaus" työvaiheiden mukaista jaottelua

1740	Liikennevalaistus	1510	Maanleikkaus
1	pylväät	1	irroitus ja kuor- maus
2	pylväsparit	2	kuljetus
3	pylvään jalustat	3	irroitus, kuor- maus ja kuljetus
4	valaisimet		
5	kaapelit jne		

Rakentamisvaiheen kustannusosuuteen vaikuttaa myös voimakkaasti tarkastelussa käytettävän jaon yksityiskohtaisuus. Esimerkiksi rakentamisvaihe **maanleikkaus - pengerrys** voidaan käsittää yhtenä rakentamisvaiheena tai se voidaan jakaa pienempiin osiin työssä käytettyjen koneiden, niiden työmenetelmien, käsiteltävän materiaalin yms. seikkojen perusteella.

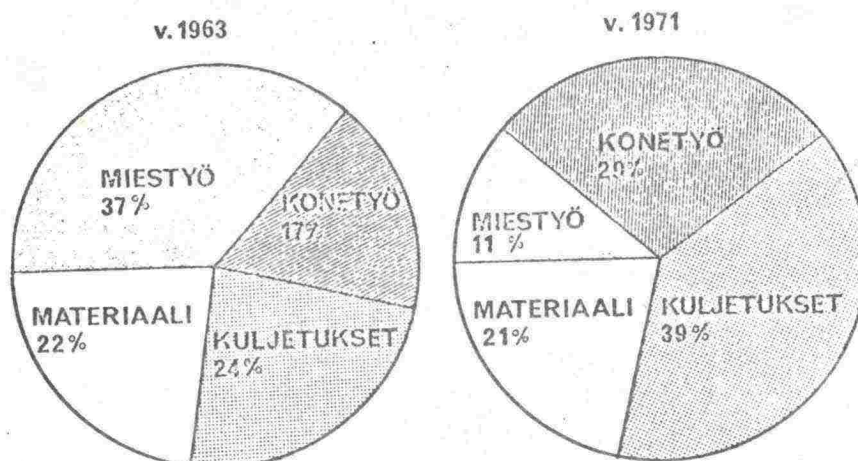
Toimenpideryhmien painottaminen vaikuttaa rakentamisvaiheiden kustannusten mukaiseen suuruusjärjestykseen. Esimerkiksi vanhan tien parannustöissä, joissa linjaus noudattelee likimain vanhaa linjaa on leikkaus- ja pengerrystöiden kustannusten suhde kerrosten rakentamiskustannuksiin aivan toinen kuin uusien teiden rakentamisessa.

Suuntauksen ja poikkileikkauksen suunnittelussa käytettävät suunnittelunormit vaikuttavat esimerkiksi maanleikkauksen ja pengerrysten suoritemäärien suuruuteen. Rakenteesiin käytettävänä materiaalissa tapahtuvat muutokset vaikuttavat rakentamisvaiheiden kustannusten suuruuteen ja siten myös niiden keskinäiseen järjestykseen.

Kustannuslajien kustannusten kehittyminen vaikuttaa rakentamisvaiheiden kustannusten mukaiseen suuruusjärjestykseen, koska kustannuslajit kehittyvät eri tavalla ja rakentamis-

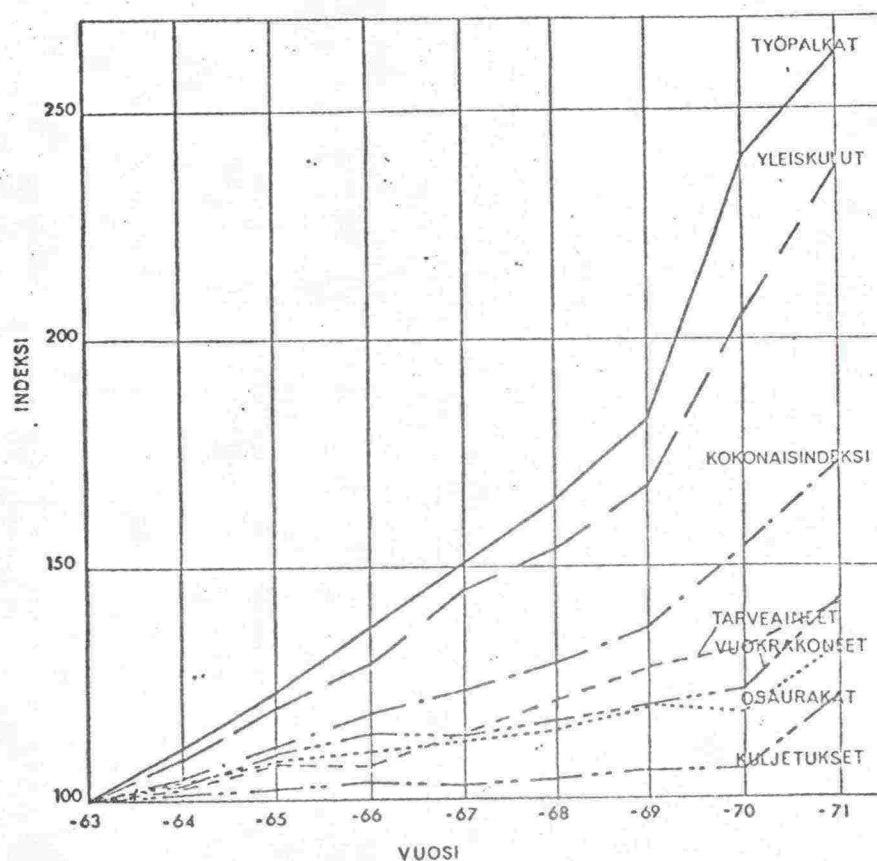
vaiheiden kustannuslajien sisältö vaihtelee (kuva 2.21/2). Esimerkiksi ajanjaksolla 1963 - 1971 ovat miestyön palkat nousseet nopeammin kuin konetyön, kuljetusten ja materiaalin hinnat (kuva 2.21/3). Kustannuslajien kustannuskehitykseen vaikuttaa tuottavuuden muuttuminen.

Kuva 2.21/2 Mies-, kone- ja kuljetustyön sekä materiaalien kustannusosuudet tienrakennustöissä vuosina 1963 ja 1971. Vuoden 1963 jakautuma on laskettu tienrakennusindeksin osaindeksien tie- doista. Vuoden 1971 jakautuman laskemisessa käytetyt kustannukset on muutettu tienrakennusindeksin avulla vuoden 1963 kustannustasoon, joten kuva osoittaa kustannuslajien osuuksien muutoksen.



Rakentamisvaiheiden kokonais- ja työkustannusten mukaista suuruusjärjestystä on tutkittu vuoden 1971 kustannusanalyysien avulla. Tarkistustietoina on käytetty tie- ja vesirakennushallituksen tilastoja. Kustannusanalyysit on tarkoitettu yksikkökustannusten suuruuden selvittämiseen. Kustannusten mukaiseen suuruusjärjestykseen voi syntyä virheitä käytetystä tutkimusaineistosta, koska suoriteryhvät eivät sellaisenaan vastaa rakentamisvaiheita ja kustannusanalyysistä jätetään pois virheellisesti ilmoitetut kustannukset ja suoritelmäärät. Vuoden 1971 kustannusanalyysitietojen edustavuus on tarkastettu vertaamalla niitä vuosilta 1965 - 1968 ja 1970 kerättyihin tietoihin.

Kuva 2.21/3 Kustannuslajien kustannuskehitys vuosina
1963 - 1971 tienrakennusindeksin mukaan
/ 8 /



Suoriter ryhmien ja rakentamisvaiheiden keskinäinen vastaavuus on pyritty saamaan aikaan valitsemalla tarkastelun kohteeksi ne suoriter ryhmät, jotka lähinnä vastaavat rakentamisvaihetta.

Kustannusanalyyseistä puuttuvat suoritteet aiheuttavat myös virheitä. Suoritteita puuttuu, koska kokonaisurakoita ei oteta laskennassa huomioon ja suoritteet, joiden litteranumero ja yksikkö eivät vastaa toisiaan, poistetaan sekä aputiliä **materiaalin välivarastointi ja jalostus** ei ole pakko käyttää, vaan kustannukset voidaan kohdistaa suoraan lopullisiin kustannuspaikkoihinsa.

Tutkittaessa rakentamisvaiheiden työkustannusten mukaista suuruusjärjestystä voi lisäksi syntyä virheitä kustannuslajin **vieraat palvelukset** käytöstä. Kustannuslajille **vieraat palvelukset** kohdistetaan eräissä tapauksissa konetyökustannuksia ja osaurakoiden kustannuksia, koska kustannuslajien käytöstä ei ole olemassa selviä soveltamisohjeita. Vieraille palveluille kohdistetaan myös materiaalikustannuksia silloin, kun materiaalin hintaan sisältyy kuljetus.

Taulukossa 2.21/4 on esitetty suoriter ryhmien vuoden 1971 kustannusanalyyseistä lasketut kokonaiskustannukset, kokonaiskustannusten osuusprosentti vuoden 1971 tienrakentamisen kokonaiskustannuksista, osuusprosentti kumulatiivisena, osaurakoiden ja vieraiden palvelusten kustannukset markkoina sekä prosenttiosuutena suoriter ryhmän kokonaiskustannuksista. Pääosa kustannuksista keskittyy sitomattomien rakennekerrosten (27 %), maanleikkaustöiden (22 %) ja kuumapäällysteiden (15 %) osalle. Näiden kolmen pääryhmän osuus on yhteensä n. 65 % kokonaiskustannuksista. Taulukossa on noudatettu tienrakennustöiden suoriter ryhmittelyä pääosin välilitteratasolla, joten mainitut ryhmät ovat useammassa osassa. Ainakin kuumapäällysteiden kohdalla on käytetty jako työn tutkimusmielessä liian tarkka, koska suoriter ryhmien kantavan kerroksen sidottu osa, ja kuumana sekoitettu kulutuskerros työsisältö on kaikissa samankaltainen. Käytetyllä jaottelukarkeudella kymmenen ensimmäistä suoriter ryhmää peittää jo 70 % kokonaiskustannuksista.

Tarkasteltaessa pelkästään tie- ja vesirakennuslaitoksen omana työnä tekemien töiden kustannuksia muuttuu suoriteryhmiin suuruusjärjestys selvästi kuumapäällyste-, kallionleikkaus- ja murskaustöiden osalta (kuva 2.21/5). Päällystetöissä urakoiden osuus on yli 90 prosenttia, kallionleikkaus- ja soranmurskaustöissä noin puolet kokonaiskustannuksista. Maanleikkaustöissä osaurakoiden ja vieraiden palvelusten osuus on noin 18 prosenttia, muissa suoriteryhmissä osaurakoiden ja vieraiden palvelusten määrä on alle kymmenen prosentin. Maanleikkaustöiden suuri urakkatyöprosentti johtuu pääasiassa kustannusten väärästä kohdistamisesta: vieraat palvelukset sisältävät suurelta osin yksikköhintaista konetyötä.

Taulukossa 2.21/6 on esitetty suoriteryhmiin työkustannukset, työkustannusten osuusprosentit kaikista vuoden 1971 työkustannuksista, osuusprosentit kumulatiivisena ja työkustannusten osuus suoriteryhmiin kokonaiskustannuksista.

Kustannuslajijakautuma, jonka perusteella työkustannukset määrättiin, on laskettu ottamalla huomioon vain mies-, kone-, materiaali- ja kuljetuskustannukset (summa 100 %). Kertomalla kustannuslajin prosenttiosuudella suoriteryhmiin kokonaiskustannukset saadaan suoriteryhmiin kustannuslajien markkamäärät. Käytetty menettely antaa virheettömän tuloksen vain siinä tapauksessa, että osaurakoiden ja vieraiden palvelusten kustannuslajijakautuma on sama kuin omien töiden vastaava jakautuma.

Koska suoriteryhmissä 1640, 1650 ja 1660 vieraiden palvelusten ja osaurakoiden osuus on suuri, määrättiin näiden suoriteryhmiin kustannuslajijakautuma asfalttipäällystystöiden hinnan muodosta käsittelevästä tutkimuksesta / 9 /. Kuvassa 2.21/7 on esitetty suoriteryhmiin kustannuslajijakautumat. Työkustannusten (mies + konetyö) suuruuden mukainen suoriteryhmiin järjestys eroaa kokonaiskustannusten perusteella laaditusta järjestyksestä. Maanleikkaus- ja pengerrytöissä työkustannuksien osuus on suurempi kuin kokonaiskustannuksista laskettaessa.

Raivaus- ja ojitustyöt sisältävät keskimääräistä enemmän työkustannuksia. Kerrosten rakentamisessa työkustannuksia pienentää suuri kuljetusten ja materiaalin osuus.

Suoriter ryhmien työ- ja kokonaiskustannuksia ei ole käytetty suoraan työntutkimusten tärkeysjärjestyksen määrittämiseen, vaan kustannusten avulla suoriter ryhmät on jaettu luokkiin, joiden sisällä kaikkien suoriter ryhmien työntutkimustarve oletetaan yhtä suureksi. Näin menetellen pienennetään virheitä, jotka aiheutuvat suoriter ryhmien kustannusosuuksien vaihtelusta, työnosittelun kannalta epä johdonmukaisesta suoriter ryhmittelystä ja työkustannusten laskemistavasta.

Työkustannusten osuusprosenttien summan avulla on suoriter ryhmät jaettu neljään osaan taloudellisuusstandardien laadintaa varten tehtävien työntutkimusten tarpeen kiireellisyysjärjestyksen määrittämiseksi. Ryhmittelyssä käytetyt osuusprosentit ovat 50, 75 ja 90 (taulukko 2.21/6). Tie- ja vesirakennuslaitoksen taloudellisuusstandardien laadintatyön kokonaistavoitteena on vuoteen 1978 mennessä saada aikaan standardisto, jonka avulla voidaan suunnitella n. 80 % työkustannuksista. Koska kaikkien suoriter ryhmien osalta ei kuitenkaan saada aikaan täydellistä standardistoa, on kolmannen kiireellisyysryhmän rajaksi valittu 90 %. Muun kuin taloudellisuusstandardien laadintaa varten vaadittavan tutkimustarpeen kartoittamiseksi jaettiin suoriter ryhmät kokonaiskustannusten mukaan kolmeen ryhmään 75 ja 90 osuusprosenttiummien avulla (taulukko 2.21/4).

Kokonaiskustannusten ja työkustannusten perusteella tehdyt ryhmittelyt eroavat toisistaan niin vähän, että työkustannusten perusteella laadittua ryhmittelyä on käytetty sellaisenaan rakentamisvaiheiden työntutkimusten kiireellisyysjärjestyksen määrittämiseen korjaamatta sitä mitenkään kokonaiskustannusten perusteella tehdyn ryhmittelyn avulla.

Saadun ryhmittelyn edustavuuden selvittämiseksi kerättiin suoritemäärätietoja aikaisemmilta vuosilta (kuva 2.21/8). Vuosien 1965...68 tiedot on saatu Suomen virallisista tilastoista / 15 /, sekä vuosien 1970 ja 1971 tiedot kustannusanalyyseistä. Yhteenvedossa on mukana kokonaisurakoiden vaikutuksen selvittämiseksi myös vuoden 1971 litteraraportissa ilmoitetut suoritteet. Rakentamisen vuosittaisen määrän vaihtelun eliminoimiseksi on kunkin vuoden suoritemäärät kerrottu vuoden 1971 yksikkökustannuksilla ja saatujen kustannusten perusteella määrätty suoriteryhmiä kustannusten prosentuaalinen osuus mukana olevien suoriteryhmiä kustannusten summasta. Kunkin suoriteryhmiä osuusprosentista on lisäksi tarkasteluajanjaksolta laskettu keskiarvo ja keskihajonta. Merkittävimmät poikkeamat keskiarvosta vuoden 1971 kustannusanalyyseistä lasketuissa osuuksissa ovat kallionleikkaustöiden, sidotun kantavan kerroksen ja kuumapäällystetöiden kohdalla. Kallion leikkaustöissä on suoritteita keskimääräistä vähemmän, mikä johtunee siitä, että kustannusanalyysissä ei ole kokonaisurakoiden suoritteita. Tämä johtopäätös voidaan tehdä siitä, että vuoden 1971 litteraraportissa kallion leikkaustöiden osuus on keskiarvon suuruinen. Suoritteiden puuttumisesta huolimatta on kallionleikkaustyö tullut ensimmäiseen kiireellisyyssryhmään. Päällystetöiden kohdalla vuoden 1971 suoritemäärät ovat keskiarvoa suuremmat, päällystystöiden osuus on kuitenkin jatkuvasti kasvanut. Taulukon 2.21/8 perusteella vuoden 1971 kustannusanalyyseistä laskettua suoriteryhmiä kustannusjakautumaa voidaan siten pitää riittävän edustavana.

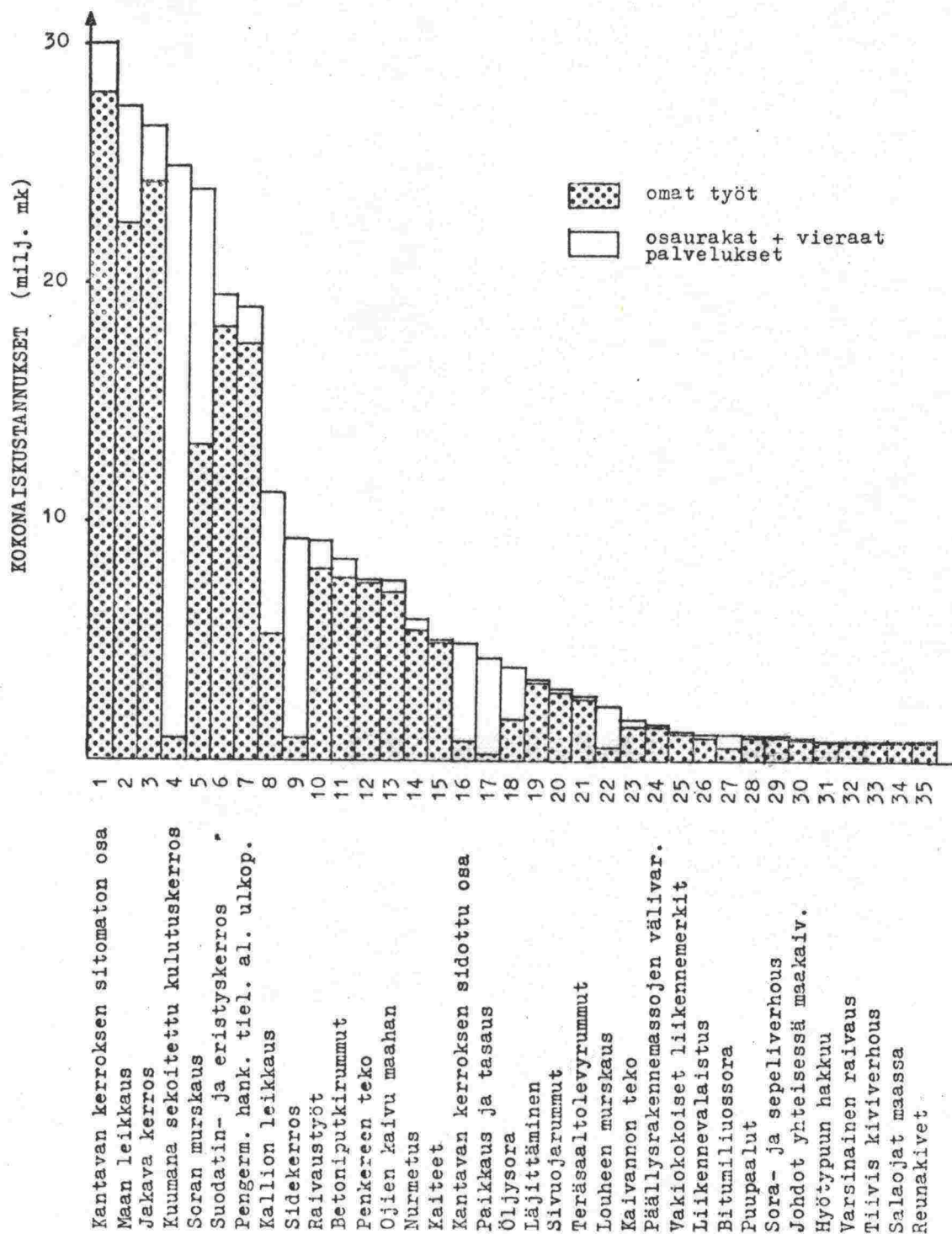
Työkustannusten yhteydessä laskettujen suoriteryhmiä kustannuslajijakautumien luotettavuutta on selvitetty lisäksi haastatteluin. Suurin virhe kustannuslajijakautumassa aiheutuu kustannuslajin **vieraat palvelukset** käytöstä. Työkustannuksiin virheellä on vaikutusta kallion- ja maanleikkaustöiden sekä pehmeän perusmaan poiston kohdalla, joissa vieraiden palveluiden osuus on keskimääräistä suurempi. Työntutkimustarpeen suhteen tehtyyn kiireellisyyssryhmittelyyn virheet eivät kuitenkaan vaikuta, koska työkustannusten tulisi muuttua yli 50 %, jotta näiden suoriteryhmiä sijoitus luokittelussa muuttuisi.

Taulukko 2.21/4 Kustannusanalyyseistä lasketut suoriteryhmiä kokonaiskustannukset, kokonaiskustannusten osuusprosentti rakentamiskustannuksista, osuusprosentti kumulatiivisena, osaurakoiden ja vieraiden palveluiden kustannukset ja näiden osuusprosentteina suoriteryhmiä kokonaiskustannuksista.

Tiedot ovat vuodelta 1971.

Tärkeys-ryhmä	Järjestys-numero	Suoriteryhmä	Kokonaiskustannukset 1000 mk	Kokonaiskustannusten osuusprosentti työn -71 %	Osuusprosentti kumulatiivisena %	Osaurakoiden + vieraiden palveluiden kustannukset 1000 mk	Osaurakoiden + vieraiden palveluiden kustannukset prosentteina suoriteryhmiä kokonaiskustannuksista
I	1	Kantava kerros	30033	10.6	10.6	2080	6.9
	2	Maanleikkaus	27391	9.7	20.2	4782	17.5
	3	Jakava kerros	26618	9.4	29.6	3132	8.0
	4	Kuumana sekoitettu kulutuserros	24828	8.8	38.4	23982	90.6
	5	Soran murskaus	23920	8.4	46.8	10606	44.3
	6	Suodatin- ja eristyskerros	19586	6.9	53.7	1629	8.3
	7	Pengermassojen hankinta	19089	6.7	60.4	1691	8.9
	8	Kallion leikkaus	11244	4.0	64.4	6106	54.3
	9	Sidekerros	9396	3.3	67.7	8601	91.5
	10	Raivaustyöt	9029	3.3	71.0	847	9.4
II	11	Betoniputkirummut	8388	3.0	74.0	516	6.2
	12	Pengertäminen maamassoilla	7669	2.7	76.7	196	2.6
	13	Ojien kaivu maahan	7663	2.7	79.4	418	5.5
	14	Nurmetus	5939	2.1	81.5	502	8.5
	15	Kalteet	5006	1.8	83.3	57	1.1
	16	Kantava kerros (sidottu)	4965	1.8	85.1	4279	86.2
	17	Paikkaus ja taseus	4258	1.5	86.6	4035	94.8
	18	Öljysora	3903	1.5	88.0	2029	52.0
	19	Läjäyttämisen	3390	1.2	89.2	15	2.2
	20	Sivuojarummut	3000	1.1	90.3	123	4.1
III	21	Teräsaaltolevyrummut	2720	1.0	91.3	108	4.0
	22	Louheen murskaus	2268	0.8	92.1	1826	80.5
	23	Pehmeän perusmaan poisto	1736	0.6	92.7	215	12.4
	24	Päällysrakennemassat (välivarastointi)	1523	0.5	93.2	78	5.1
	25	Vakiokokoiset liikennemerkit	1189	0.4	93.6	68	5.7
	26	Liikennevalaistus	1140	0.4	94.0	207	18.2
	27	Bitumiliuosora	1108	0.4	94.4	606	54.7
	28	Puupaalut	1085	0.4	94.8	57	5.3
	29	Sora- ja sepäliiverhous	1029	0.4	95.2	72	7.0
	30	Salaojitus	960	0.3	95.5	61	6.4
			268761	95.5			

Kuva 2.21/5 Suoriter ryhmien kokonaiskustannukset ja niiden jakaantuminen omien ja osaurakoiden kesken. Kustannukset on laskettu vuoden 1971 kustannusanalyysistä

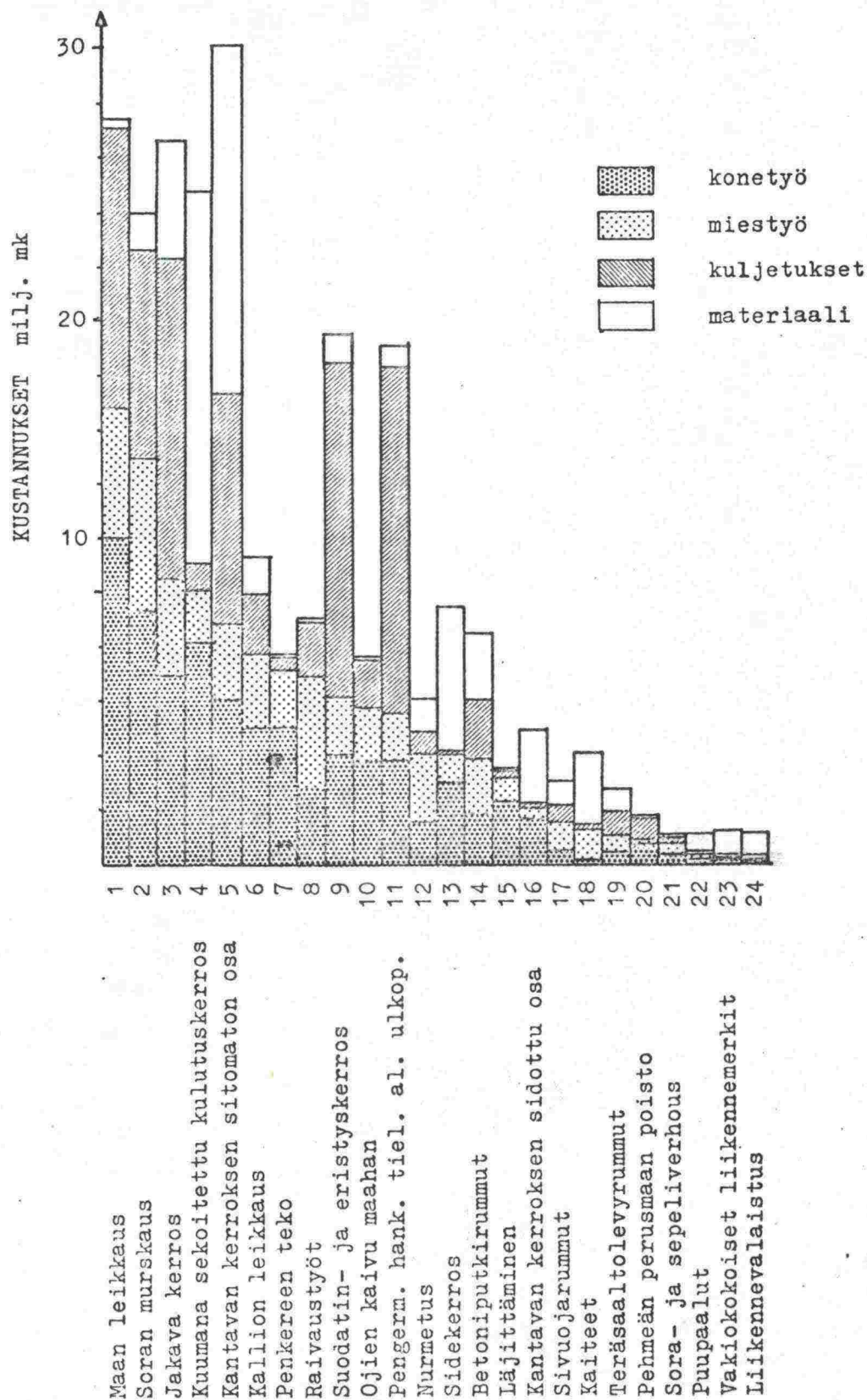


Taulukko 2.21/6 Kustannusanalyyseistä lasketut suorite-ryhmien työkustannukset (mies + konetyö), työkustannusten osuusprosentti kaikista työkustannuksista, osuusprosentti kumulatiivisena, työkustannus prosentteina suoriteryhmän kokonaiskustannuksista

Tiedot ovat vuodelta 1971

Kiireel-lisyys-ryhmä	Järjestys-numero	Suoriteryhmä	Työkustan-nukset 1000 mk	Työkustan-nusten osuus-prosentti kaikista työkustan-nuksista %	Osuus-prosentti kumula-tiivisena %	Työkustan-nukset pro-sentteina suorite-ryhmän kokonais-kustannuk-sista %
I	1	Maanleikkaus	16681	12.3	12.3	60.9
	2	Soran murskaus	14950	11.1	23.4	62.5
	3	Jakava kerros	10567	7.8	31.2	39.7
	4	Kuumana sekoitettu kulutuskerros	10080	7.5	38.6	40.6
	5	Kantava kerros	8860	6.6	45.2	29.5
	6	Kallion leikkaus	7747	5.7	50.9	68.9
II	7	Pengertäminen maamassoilla	7116	5.3	56.2	92.8
	8	Raivaustyöt	6934	5.1	61.3	76.8
	9	Suodatin- ja eristyskerros	6150	4.6	65.9	31.4
	10	Ojien kaivu maahan	5709	4.2	70.1	74.5
	11	Pengermaan hankinta	5459	4.0	74.1	28.6
III	12	Nurmetus	3997	3.0	77.1	67.3
	13	Sidekerros	3315	2.8	79.9	40.6
	14	Betoniputkirummut	3791	2.8	82.7	45.2
	15	Läjitäminen	3170	2.3	85.0	93.5
	16	Kantava kerros sidottu	2016	1.5	86.5	40.6
	17	Sivuojarummut	1524	1.1	87.6	50.8
	18	Kaiteet	1231	0.9	88.5	24.6
	29	Teräsaaltolevyrummut	1017	0.8	89.3	37.4
IV	20	Pehmeän perusmaan poisto	970	0.7	90.0	55.9
	21	Sora- ja sepeliverhous	720	0.5	90.5	70.0
	22	Puupaalut	252	0.2	90.7	23.2
	23	Vakiokokoiset liikennemerkkit	229	0.2	90.9	19.3
	24	Liikennevalaistus	150	0.1	91.0	13.2
			123135	91.0		

Kuva 2.21/7 Suoriter ryhmien kustannuslajijakautumat.
Jakautumat on laskettu vuoden 1971 kus-
tannusanalyyseistä



Taulukko 2.21/8 Suoriteryhmiä osuudet kustannuksista vuosina 1965...1971 laskettuna vuoden 1971 yksikkökustannusten avulla

Littera	Virallinen tilasto				Kustannus- analyysi 1970	Littera- raportti 1971	Kustannus- analyysi 1971	ka	kh	Suht. kh %
	1965	1966	1967	1968						
1130	3.96	4.17	4.35	4.10	3.45	3.97	4.44	4.06	0.30	7.4
1211	0.66	0.54	0.93	0.02	0.52	1.05	0.47	0.60	0.31	52.0
1212	-	-	0.09	0.08	-	-	-	0.09	-	-
1311	3.20	3.40	2.83	3.37	3.18	3.35	3.35	3.24	0.19	5.9
1331	3.85	4.60	3.42	4.10	-	-	3.65	3.92	0.41	10.5
1333	1.46	1.42	1.50	1.52	6.16	6.90	1.18	1.42	0.12	8.5
1334	0.64	0.59	0.85	0.84	-	-	1.31	0.85	0.25	29.4
1410	8.98	9.54	7.59	8.37	7.49	7.64	4.90	7.78	1.37	17.6
1510	11.83	11.49	11.49	12.36	9.89	12.03	11.92	11.60	0.74	6.4
1530	8.90	11.89	9.13	10.19	7.83	7.72	8.32	9.08	1.44	15.7
1610	8.25	9.91	9.84	9.02	8.90	7.64	8.56	8.87	0.76	8.6
1620	11.19	13.00	14.22	11.69	13.36	10.63	11.60	12.24	1.20	9.8
1630	13.77	9.18	10.55	9.58	12.41	13.21	13.11	11.69	1.74	14.9
1640	2.31	2.25	2.59	1.94	2.17	1.50	1.31	2.01	0.43	21.4
1650+1660	10.63	6.51	7.33	8.80	12.65	13.50	14.65	10.58	2.92	27.6
1671	0.29	0.33	0.68	0.58	2.63	2.71	0.48	0.47	0.15	32.0
1672	1.24	1.75	1.45	1.69	-	-	1.72	1.57	0.20	12.7
9130+9140	8.83	9.20	11.30	11.75	9.34	8.15	9.02	9.66	1.24	12.8
Σ	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	—	—	—

2.22 Tuottavuuden kehittyminen

Tuottavuus määritellään tuotoksen määrän suhteena johonkin tai joihinkin sen tuottamiseen käytettyjen panostekijöiden määriin. / 26 / Riippuen siitä, mitä panostekijöitä tuottavuutta laskettaessa otetaan mukaan voidaan määritellä esim. seuraavat tuottavuudet:

$$\text{Kokonaistuottavuus} = \frac{\text{tuotos}}{(\text{työ} + \text{aine} + \text{pääoma})\text{panokset}}$$

$$\text{Työtuottavuus} = \frac{\text{tuotos}}{\text{työpanos}}$$

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kokonaistuottavuutta ja sen muutoksia ja käytettäessä jäljempänä sanaa tuottavuus, tarkoitetaan sillä juuri kokonaistuottavuutta. Tuotoksena pidetään aikaansaatuja suoritteita esimerkiksi leikkauskuutioita tai päällysteneliometriä. Panostekijänä käytetään suoriteyksikön aikaansaamiseksi uhrattuja työ-, aine- ja pääomakustannuksia. Tästä seuraa, että tuottavuutta ilmaiseva suhdeluku on yksikköhinnan käänteisluku ja tarkastelussa voidaan käyttää yksikköhintatietoja.

Tuottavuuden muutoksia tarkastellaan tässä tutkimuksessa suoriteryhmittäin, koska tutkimuksessa pyritään selvittämään rakentamisvaiheiden välisiä eroja. Vertailukohdaksi tarvittava tienrakennustoiminnan tuottavuuden kehitys on mahdollista määrittää suoriteryhmiä tuottavuuksien kustannuksilla painotettuna summana. Määritettäessä tuottavuutta suoriteryhmittäin on panoksiksi otettu vain välittömät kullekin suoriteryhmälle kohdistetut kustannukset, joten työmaan yhteiskustannusten ja keskushallinnon kustannusten muutokset eivät näy tuloksissa.

Tarkastelu on suoritettu 18 suurimmassa suoriteryhmässä vuosina 1969 - 1971 tapahtuneesta tuottavuuden kehityksestä. Laskemiseen tarvittavat vuosittaiset tuotokset ja panokset on saatu kustannusanalyyseistä (taulukko 2.22/1). Eri suoriteryhmiä tuotosten suorittamiseen tarvittavan panostekijän vaihtelu voi johtua muusta kuin tuottavuuden

muutoksista. Syynä voi olla esimerkiksi leikkaustöissä maa- ja kalliomassojen keskimääräisten kuljetusetäisyyksien muuttuminen tai päällystystöissä, jossa tuotoksen mittana käytetään m², keskimääräisen materiaalin menekin tai laadun muuttuminen. Näiden tekijöiden vaikutus voidaan kuitenkin jättää ottamatta huomioon, koska tie- ja vesirakennuslaitoksen kuljetustilaston mukaan kuljetusmatkoissa ei ole vuosina 1969 - 1971 tapahtunut merkittäviä muutoksia / 13 / ja päällystetilastojen mukaan keskimääräisissä päällystepaksumuksissa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia / 14 /. Muiden panostekijään vaikuttavien tekijöiden muutoksia ei tilastoista saa selville. Niiden osalta on oletettu, että muutokset tarkastelun lyhyen aikajänteen vuoksi ovat pieniä. Panos on laskettu suoraan kustannuksista markkoina. Kustannustason nousu on otettu huomioon tienrakennusindeksin avulla. Kullekin suoriter ryhmälle on laskettu kustannusindeksi, jolla suoriter ryhmän kokonaiskustannukset on korjattu (taulukko 2.22/2). Kustannustasoindeksi on laskettu kertomalla suoriter ryhmän kustannuslajien osuusprosentilla vastaavat tienrakennusindeksin osaindeksit ja summamalla saadut tulot.

Suoriter ryhmien tuottavuuden kehityksen määrittämiseksi on ensin laskettu suoriter ryhmien kustannustasoindeksillä korjatut yksikkökustannukset vuosilta 1969...1971. Yksikkökustannukset on muutettu suhteellisiksi ja näin on saatu panoksen muuttumista kuvaava lukusarja. Tuottavuuden muutosta kuvaava lukusarja saadaan jakamalla luku 100 suhteellisilla yksikkökustannuksilla.

Suoriter ryhmien tuottavuuden muutokset on esitetty taulukossa 2.22/3. Tienrakennustöiden kokonaistuottavuuden laskemiseksi on suoriter ryhmien suhteelliset yksikkökustannukset kerrottu suoriter ryhmän aikavälin 1969...1971 kokonaiskustannusten osuusprosentilla ja tulot on summattu vuosittain. Saatu lukusarja kuvaa panostekijän muuttumista ja kokonaistuottavuutta kuvaava lukusarja saadaan jakamalla luku 100 panostekijällä (taulukko 2.22/4).

Tulosten mukaan tienrakennustoiminnan kokonaistuottavuus on noussut välillä 1969 - 1971 noin kolme prosenttia vuodessa. Suoriteryhmillä lasketut tuottavuuden muutosprosentit vaihtelevat useimpien suoriteryhmiä kohdalla varsin huomattavasti, joskin kehityksen suunta on pysynyt samana, joko nousevana tai laskevana. Vaihtelu johtuu aivan ilmeisesti muista kuin tuottavuuden muutoksista. Syynä voi olla esimerkiksi indeksin, töiden alueellisen painotuksen muuttumisen tai suoriteyksikön tuottamiseksi tarvittavan työn ja materiaalin määrän ja laadun muuttuminen. Tuloksiin aiheutuu virhettä myös indeksistä, koska indeksi on tarkoitettu tienrakennustoiminnan kustannustason muutosten seuraamiseen. Koska tässä tarkastelussa kustannukset on korjattu osaindeksien avulla, ei niiden painotus vaikuta tuloksiin. Osaindekseistä miestyö ja kuljetus aiheuttavat vähiten virhettä tähän tarkasteluun, koska työntekijöiden ja kuorma-autojen koostumus vaihtelee vähän eri suoriteryhmiä töissä. Eri suoriteryhmissä käytettävät koneet ja materiaalit vaihtelevat sensijaan runsaasti. Esimerkiksi raivaustöissä käytetään työkonena pääasiassa suuria puskukoneita. Niiden ohjevuokrat ovat nousseet vuodesta 1969 vuoteen 1971 noin 43 prosenttia, kun vuokratoneindeksin nousu vastaavalla ajalla on 19 %. Vuokratoneiden osaindeksi on kokonaisuutena tarkastellen väärin painotettu, esimerkiksi kaivukoneiden osuus osaindeksissä on noin 8 %, kun oikea arvo on 25...28 %. Myös materiaalien osalta indeksi on jälkeenjäänyt. Indeksi tullaan uusimaan vuoden 1973 aikana paremmin nykyisyyttä vastaavaksi.

Töiden alueellisen painotuksen muutokset vaikuttavat tämän tarkastelun tuloksiin, koska työn tuottavuus maan eri osissa on erilainen esim. työllisyysnäkökohdista johtuen. Tuottavuuden muutosten avulla ei työntutkimustarvetta ole voitu osoittaa, koska läheskään kaikkien tarkastelun lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden osuutta ei tunneta.

Taulukko 2.22/1 Suoriter ryhmien tienrakennusindeksillä korjatut kokonaiskustannukset, suoritteet, yksikkökustannukset ja suhteelliset yksikkökustannukset vuosilta 1969 - 1970. Kustannukset ja suoritteet ovat vuosien 1969 - 1971 kustannusanalyseistä.

Littera ja yksikkö	Nimi ja suoriter ryhmän kustannus-osuus	Vuosi	Tr-indeksillä korjatut kustannukset 1000 mk	(1000 yks.)	Suoriter ryhmän yksikkökustannus	Suhteellinen yksikkökustannus (1969=100)	Suhteellinen yksikkökustannus x suoriter ryhmän osuus
1130 m ²	raivaus 3.76	1969	9166	20447	0.45	100	3.76
		1970	5801	14249	0.41	91	3.42
		1971	8471	16985	0.50	111	4.17
		Σ	23438				
1211 m	paalutus puupaalin 0.60	1969	1399	135.8	10.30	100	0.60
		1970	1426	129.1	11.05	107	0.64
		1971	943	111.8	8.43	82	0.49
		Σ	3768				
1311 m ³ ktr	avo-ojitus 2.32	1969	2910	791	3.68	100	2.32
		1970	5333	1505	3.54	96	2.23
		1971	6230	1847	3.37	92	2.13
		Σ	14473				
1331 m	betoniputki-rumpu 2.77	1969	4594	21.64	212.34	100	2.77
		1970	5685	28.38	200.32	94	2.60
		1971	6990	35.48	197.01	93	2.58
		Σ	17270				
1334 m	sivuoja-rummut 1.12	1969	2225	27.79	80.06	100	1.12
		1970	2287	28.84	79.30	99	1.11
		1971	2457	35.64	68.94	86	0.96
		Σ	6969				
1410 m ³ ktr	kallion-leikkaus 7.49	1969	25621	1763	13.40	100	7.49
		1970	13383	1110	12.06	90	6.74
		1971	9690	810	11.96	89	6.67
		Σ	48694				
1410 m ³ ktr	kallion-leikkaus 12.67	1969	34546	9015	5.83	100	12.67
		1970	21458	5814	3.69	96	12.16
		1971	23018	7199	3.20	83	10.52
		Σ	79022				
1521 m ³ ktr	pehmeä perus-maan poisto 0.66	1969	1504	349	4.31	100	0.66
		1970	1126	361	3.12	72	0.48
		1971	1458	650	2.24	52	0.34
		Σ	4088				
1550 m ³ ktr	pengermaan hankinta 8.26	1969	17573	4826	3.64	100	8.26
		1970	17617	4622	3.81	105	8.67
		1971	16315	4581	3.56	98	8.09
		Σ	51505				
1541 m ³ ktr	pengertäminen maamassoilta 2.17	1969	2737	1911	1.43	100	2.17
		1970	4680	4665	1.00	70	1.52
		1971	6135	6700	0.92	64	1.39
		Σ	13552				
1610 m ³ ktr	suodatin ja eristyskerros 9.76	1969	22532	4202	5.35	100	9.76
		1970	21604	3230	6.69	125	12.20
		1971	16740	2894	5.78	108	10.54
		Σ	60876				
1620 m ³ ktr	jakava kerros 12.74	1969	28317	3435	8.39	100	12.74
		1970	27871	3229	8.63	103	13.12
		1971	22750	2611	8.71	104	13.25
		Σ	78938				
1630 m ³ ktr	kantava kerros 12.23	1969	25003	1796	13.92	100	12.23
		1970	25140	1748	14.38	103	12.60
		1971	26116	1748	14.94	107	13.09
		Σ	76259				
1660 m ²	kuumana sekoi-tettava kulu-tuskerros 10.45	1969	24331	5396	4.60	100	10.45
		1970	17957	4606	3.90	85	8.88
		1971	22366	6184	3.62	79	8.26
		Σ	64654				
1711 m	käiteet 2.03	1969	2698	69.08	38.61	100	2.03
		1970	5708	213.6	26.72	69	1.40
		1971	4279	165.3	25.89	67	1.36
		Σ	12685				
1753 m ²	Nurmetus 2.12	1969	3151	7436	0.42	100	2.12
		1970	5391	12506	0.43	102	2.16
		1971	4751	12673	0.37	89	1.89
		Σ	13293				
9130 m ³ itd	Soran murskaus 7.82	1969	15558	2654	5.45	100	7.82
		1970	16980	3374	5.03	92	7.19
		1971	16223	3269	4.93	91	7.12
		Σ	48761				
Yhteensä 1000.00		1969	223001	-	-	-	100.00
		1970	201475	-	-	-	98.00
		1971	197218	-	-	-	94.36
		Σ	622694				
Tienrakemaustöiden tuottavuus		1969	-	-	-	-	1.00
		1970	-	-	-	-	1.02
		1971	-	-	-	-	1.05

Taulukko 2.22/2 Suoriter ryhmien kustannusindeksit, jotka on laskettu tienrakennusindeksin ja vuoden 1971 kustannusanalyyseistä määritettyjen kustannuslajijakautumien avulla

Littera	Nimi	Panosten osuusprosentti suoriter ryhmän yksikkökustannuksesta					Kustannustasoindeksi		
		mies-työ	kone-työ	materi-aali	vieraat palve-lukset	kulje-tus	1969	1970	1971
1130	raivaus	42.3	31.5	0.1	3.4	22.7	100	1.14	1.28
1211	paalutus	16.8	6.0	72.1	2.0	3.1	100	1.07	1.15
1311	ojien kaivu	25.1	44.9	0.1	6.0	23.9	100	1.09	1.23
1331	betoniputkirummut	21.8	20.6	27.3	6.2	24.1	100	1.08	1.20
1333	teräsaaltolevyrummut	23.3	12.6	46.3	3.9	13.9	100	1.09	1.19
1334	sivuojarummut	32.3	16.4	29.1	4.1	18.1	100	1.11	1.22
1410	kallion leikkaus	11.5	20.1	5.7	54.3	8.5	100	1.03	1.16
1521	pehmeän perusmaan poisto	12.7	36.3	0.7	12.4	37.8	100	1.05	1.19
1530	pengermaan hankinta	7.9	18.2	3.6	8.9	61.4	100	1.03	1.17
1541	pengertäminen maamas-soilla	28.1	62.3	0.9	2.6	6.1	100	1.11	1.25
1610	eristys ja suodatin-kerros	10.2	18.6	5.3	8.3	57.6	100	1.04	1.17
1620	jakava kerros	12.4	24.1	14.6	8.0	40.8	100	1.05	1.17
1630	kantava kerros	8.8	18.9	39.8	6.9	25.8	100	1.04	1.15
1660	päällysteet						100	0.99	1.11
1711	kaiteet	22.7	1.7	70.4	1.2	4.0	100	1.09	1.17
1783	nurmetus	38.2	23.4	17.0	8.5	12.7	100	1.13	1.25
9130	soran murskaus	13.1	21.8	3.1	44.1	17.9	100	1.04	1.17
1510	maan leikkaus	14.2	36.1	0.8	17.4	31.6	100	1.15	1.19

Taulukko 2.22/3 Kustannusanalyysitiedoista lasketut suoriteryhmiä tuottavuuden muutokset vuosina 1969...1971. Muutokset on laskettu prosentteina, etumerkki + osoittaa tuottavuuden nousseen, miinusmerkki tarkoittaa tuottavuuden laskua.

Suorite-ryhmä	Tuottavuuden muutos % välillä 1969...1970	Tuottavuuden muutos % välillä 1970...1971	Suorite-ryhmä	Tuottavuuden muutos välillä 1969...1970	Tuottavuuden muutos välillä 1970...1971
1130	-10	-20	1530	- 5	+ 7
1211	- 7	+30	1541	+43	+13
1311	+ 4	+ 5	1610	-20	+13
1311	+ 6	+ 2	1620	- 3	- 1
1333	-13	-18	1630	- 3	- 4
1334	+ 1	+15	1660	+18	+ 9
1410	+11	+ 1	1753	- 2	+14
1521	+39	+53	9130	+ 9	+ 1

Taulukko 2.22/4 Suoriteryhmiä tuottavuuden perusteella laskettu koko tienrakennustoiminnan tuottavuuden kehitys vuosina 1969...1971.

vuosi	panos %	tuottavuus %
1969	100	100
1970	98,3	102
1971	94,3	106

2.23 Rakentamisvaiheiden menetelmätaso

Rakentamisvaiheen menetelmätaso on työn toteutuksen hyvyyden mitta eli se ilmaisee, kuinka hyvin työ toteutetaan. Sitä voidaan tarkastella koko laitoksen, tietyn alueen, yhden työmaan tai yhden työkohteen osalta. Menetelmätaso määräytyy kahdesta tekijästä: / 7 /

1. menetelmävalinnan hyvyydestä
2. toteutuksen hyvyydestä eli työpaikkajärjestelystä ja toimintavälineen valinnasta.

Menetelmävalinnan hyvyyttä ei tässä tutkimuksessa ole tutkittu tarvittavien tietojen puuttumisen vuoksi. Työn toteutuksen hyvyyttä on tarkasteltu:

- tutkimalla yksikkökustannusten hajontaa ja
- selvittämällä haastatteluin käytössä olevien työmenetelmien määrä ja työn toteutuksen taso.

Yksikkökustannusten hajonnan avulla voidaan tutkia lähinnä menetelmätason yhtenäisyyttä tietyssä rakentamisvaiheessa. Tässä selvityksessä on tutkittu piirien sisäistä ja piirien välistä yksikkökustannusten hajontaa. Yksikkökustannusten hajonta kuvaa lähinnä työmenekin hajontaa. Tällöin oletetaan, että miestyön ja konetyön hinta määräytyssä työssä on vakio koko maassa ja että konekokojen jakautuma piireissä on samankaltainen.

Perustietona on käytetty vuoden 1971 toteutuneiden suorite- ja kustannustietojen perusteella laadittuja kustannusanalyyssejä. Kustannusanalyysseissä käytetään hajonnan suuruuden mittana keskipoikkeamaa ja se tulostetaan kaikista kustannuslajitteisista yksikkökustannuksista sekä kokonaisyksikkökustannuksesta, josta kuljetukset on poistettu. Koska keskipoikkeamat eivät ole yhteenlaskettavissa, tarkastellaan tässä tutkimuksessa joko määrätyn kustannuslajin yksikkökustannusten keskipoikkeamaa tai kokonaisyksikkökustannusten keskipoikkeamaa. Valitsemalla tarkastelun kohteeksi töittäin eri yksikkökustannuksia pyritään pienentämään tutkimusaineistosta johtuvia virheitä (kuva 2.23/2). Tarkastelun lopputulokseen vaikuttavat perustiedossa olevat virheet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. keruujärjestelmän aiheuttamat virheet,
2. tiedonantajien (vastuuhenkilöiden) aiheuttamat virheet,
3. käsittelystä (lävistyksessä jne.) aiheutuvat virheet.

Virheet vaikuttavat kahdella tavalla:

- ne aiheuttavat vääristymiä keskimääräisiin painotettuihin yksikkökustannuksiin; esim. pengerryksessä ja kerrosten rakentamisessa kesätöiden keskimääräinen yksikkökustannus on korkeampi kuin talvitöiden,
- ne suurentavat yksikkökustannusten hajontaa, esim. ojan kaivussa v. 1971 kolmannella tilikaudella yksikkökustannusten ääriarvot olivat 1,25 mk/m³ktr ja 11992/m³ktr.

Keruujärjestelmän aiheuttamat virheet johtuvat seuraavista seikoista:

- tiedot ovat kumulatiivisia vain rakennuskauden ajan,
- kustannusten jakamisessa kustannuslajeille on epäselvyyttä,
- laskennassa käytettäväksi määrätty suoriteyksiköt kuvaavat eräissä tapauksissa huonosti rakentamisvaiheen suorittamiseen tarvittavaa työmäärää
- kustannusten kohdistamisessa eri suoriteryhmillä on epä johdonmukaisuutta
- osaurakoiden laskut jäävät eräissä tapauksissa laskennan ulkopuolelle.

Kumulatiivisuus aiheuttaa virheitä rakentamisvaiheissa, joissa työkohteiden toteutus kestää useita rakennuskausia. Tällöin keskeneräisten töiden suorittemäärien mittauksessa tai arvioinnissa tulee virheitä tai eri työnosien työmäärien muuttuminen ilmoitusyksiköksi aiheuttaa vääriä suorittemääriä (kuva 2.23/1).

Kustannusten jakamisessa eri kustannuslajeille esiintyvät epäselvyydet kohdistuvat suurimmalta osaltaan kustannuslajeille vieraat palvelukset. Tälle kustannuslajille voi sisältyä suoriteryhmästä riippuen osaurakoiden, konetöiden, kuljetusten ja materiaalien kustannuksia. Vieraiden palvelusten vaikutus on otettu huomioon valittaessa suoriteryhmien yksikkökustannusta (kuva 2.23/2).

Suoriteyksiköt suurentavat yksikkökustannuksien hajontaa seuraavista syistä:

- suoriteyksikkö kuvaa vain yhden rakentamisvaiheeseen kuuluvan työnosan työmäärää,
- yksiköt ovat teoreettisia ja joissakin tapauksissa todellinen ja laskentaan valittu teoreettinen suoriteyksikkö eivät vastaa toisiaan.

Suoriteyksikön vaikutus hajontaan on sitä suurempi mitä pienempää osaa rakentamisvaiheen työmäärästä suoriteyksikkö kuvaa, esimerkiksi rumputöissä yksikkönä käytetty rumpumetri kuvaa vain asennustyön ja putkimateriaalin menekkiä.

Kumulatiivisuusjakson pituus yhdessä suoriteyksikön kanssa aiheuttaa sen, että työvaiheiden työmäärät pitää muuttaa suoriteryhmän suoriteyksiköksi vastaavuuskertoimilla (kuva 2.23/1), vastaavuuskertoimet on laskettu suunniteltujen kustannusten avulla. Tällöin työkohteen yksikkökustannukseen voi syntyä virheitä koska:

- suoritemäärät lasketaan kustannuksista vastaavuuskertoimilla, ja suoritteet voivat loppua tällöin kesken työn aikana,
- jälkeempään suoritettaville viimeistely- ja korjaustöille unohdetaan jättää suoritteita,
- työstä rakennuskaudelle jäänyt suoritemäärä on niin pieni, että vähäinenkin kustannusten ylitys tai alitus aiheuttaa suuria tai pieniä yksikkökustannuksia

Kuva 2.23/1 Työlajien työmäärien vastaavuuslukujen laskeminen kallion leikkaustyössä

VASTAAVUUSLUKUJEN LASKEMINEN

ESIM. 1410 10000 m3ktr

SUUNNITeltu KUSTANNUS JA MÄÄRÄ

- PINNAN PUHDISTUS	1520 mk	2000 m ²
- PORAUS	23770 mk	13500 m
- PANOSTUS	2425 mk	10000 m3ktr
- jne
	YHT. 105300 mk	

VASTAAVUUSLUVUT TYÖLAJEITTAIN

- PINNAN PUHDISTUS	$\frac{1520 \text{ mk}}{105300 \text{ mk}} \times 10000 \text{ m3ktr} = 144 \text{ m3ktr}$
- PORAUS	$\frac{23770 \text{ mk}}{105300 \text{ mk}} \times 10000 \text{ m3ktr} = 2257 \text{ m3ktr}$
- PANOSTUS	$\frac{2425 \text{ mk}}{105300 \text{ mk}} \times 10000 \text{ m3ktr} = 230 \text{ m3ktr}$
- jne	...
	YHT. 10000 m3ktr

TYÖMÄÄRIEN VASTAAVUUSLUVUT

- PINNAN PUHDISTUS	100 m ²	VASTAA $\frac{100}{2000} \times 144 = 7,20 \text{ m3ktr}$
- PORAUS	100 m	VASTAA $\frac{100}{13500} \times 2257 = 16,7 \text{ m3ktr}$
- PANOSTUS	100 m3ktr	VASTAA $\frac{100}{10000} \times 230 = 2,30 \text{ m3ktr}$
- jne

Virheet vaikuttavat lähes kaikissa suoriteryhmissä. Kustannusanalyyseissä suoritettavan valikoinnin avulla saadaan suurin osa tuloksista käyttökelpoisiksi. Rumputyössä, pengertämisessä ja kerrosten rakentamisessa on virheiden vaikutus valikoinnista huolimatta selvästi havaittavissa. Myös töissä, joissa työkohteiden lukumäärä on niin pieni, ettei valikointia suoriteta tai että valikoinnista huolimatta jää huomattava osa yksikkökustannuksista virheelliseksi, virheiden vaikutus on ilmeinen.

Teoreettisen ja todellisen suoriteyksikön suhteen vaihtelu vaikuttaa selvimmin pehmeän perusmaan poistossa, jossa suoritemääräksi ilmoitetaan kaivannon tilavuus teoreettisina kiintokuutioina.

Osaurakoiden laskun käsittelytapa vaikuttaa myös yksikkökustannuksiin. Ns. kasöörilaskutuksen kautta maksettujen osaurakoiden kustannukset joutuvat laitoksen laskentajärjestelmässä kustannuslajille muut kustannukset eivätkä tule mukaan kustannusanalyysiin, mutta niiden suoritteet ovat mukana.

Tiedonantaja (vastuuhenkilö) voi aiheuttaa virheitä yksikkökustannuksiin kohdistamalla liian suuriksi muodostuvat kustannukset väärille litteroille. Tämä yleensä pienentää yksikkökustannusten hajontaa. Toisaalta esiintyy tietämättömyydestä johtuvaa kustannusten väärin kohdistamista, esimerkiksi omien töiden kustannuksia ilmoitetaan osaurakoiden valvonnan kustannuksina. Nämä lisäävät yksikkökustannusten hajontaa, eivätkä poistu valikoinnissa työkohteiden lukumäärän ollessa pieni. Lomakkeilla, joilla tiedot ilmoitetaan voi olla virheitä, mutta niiden vaikutus on hyvin pieni, koska laskutus tapahtuu samojen tietojen perusteella.

Arvio eri suoriteryhmissä vaikuttavista virhelähteistä on esitetty taulukossa 2.23/3.

Taulukko 2.23/2

Suoriteryhmiä kustannuslajijakautumat, hajonnan suuruutta tutkittaessa käytetty yksikkökustannus ja perustelut käytetyn yksikkökustannuksen valinnalle

Käytetyt lyhenteet ovat:

M = miestyön yksikkökustannus

K = konetyön yksikkökustannus

Y = kokonaisyksikkökustannus ilman kuljetuksia

Suoriteryhmä	mies-työ	kone-työ	materiaali	vieraat palvelut	kuljetus	valittu yks. kustannus	valinnan perustelu
raivaus	42.3	31.5	0.1	3.4	22.7	Y	- materiaalin osuus on vähäinen (0.1) - vieraat palvelut sisältävät suurimaksi osaksi konetyötä - Y sisältää näinollen pääasiassa mies- ja konetyötä
paalutus	16.8	6.0	72.1	2.0	3.1	M	- M on suurin kustannuslaji johon menetelmätaso vaikuttaa
offen kaivu	25.1	44.9	0.1	6.0	23.9	Y	- samat perustelut kuin raivauksessa
betoniputkirammut	21.8	20.6	27.3	6.2	24.1	M/Y	- M vastaa parhaiten suoriteyksikköä - lisäksi voidaan tarkastella Y:tä mutta tällöin tulevat mukaan voimakkaaimin materiaalin hinnan vaihtelut ja eri suurten kaivantojen ja siirtymäkiltojen vaikutus - rakentamisvaihe on tyypillinen työllisyystyönä käytetty työ, jossa miestyö ylivoimaisesti
teräslieväaltolevyrammut	23.3	12.6	46.3	3.9	13.9	M/Y	- samat perustelut kuin betoniputkirummuksissa
sivostus	36.3	16.4	29.1	4.1	18.1	M/Y	- samat perustelut kuin betoniputkirummuksissa
kallion leikkaus	11.5	20.1	5.7	54.3	8.5	Y	- vieraiden palveluiden, jotka sisältävät pääasiassa mies- ja konetyötä, suuri osuus estää M:n ja K:n käytön - materiaalin osuus on niin vähäinen, että Y kuvaa parhaiten mies- ja konetyön yhdistettyä vaikutusta - tuloksiin voi vaikuttaa se, että osaurakoiden sisältäessä louheella perustettua kustannusten jakautuminen rakentamisvaiheille on epätarkka - Y kuvaa pääosin mies- ja konetyötä, materiaalin osuus on vain 0.8 % ja vieraat palvelut sisältävät lähinnä konetyötä
maan leikkaus	14.2	36.1	0.8	17.4	31.6	Y	- samat perustelut kuin maanleikkauksessa
pehmeän perusmaan poisto	12.7	36.1	0.7	12.4	37.8	Y	- samat perustelut kuin maanleikkauksessa
pengerrys	7.9	18.2	3.6	8.9	61.4	Y	- materiaalin osuus on pieni (3.6 % yksikkökustannuksesta) - vieraisiin palveluihin saatavaa sisältäen jonkin verran kuljetuksia, mutta niiden vaikutus tuloksiin ei ole häiritsevä
pengertäminen maanmassoilla	28.1	62.3	0.9	2.6	6.1	Y	- Y kuvaa pääosin mies- ja konetyötä, materiaalin osuus on vähäinen (0.9 %) - ja vieraiden palveluiden (2.6 %) enin osa on konetyötä
eristys ja suodatin kerros	10.2	18.6	5.3	8.3	57.6	K	- Y:ssä on mukana häiritsevän paljon materiaalin ja vieraiden palveluiden vaikutusta - K:n käytöstä on haettava miestyön poisjääminen, joka edustaa 11 % yksikkökustannuksesta, konetyön osuus on 19 %
Jakava kerros	12.4	24.1	14.6	8.0	40.8	K	- perustelut kuten eristys- ja suodatinkerroksessa
Kantava kerros	8.8	18.9	39.8	6.9	25.8	K	- perustelut kuten eristys- ja suodatinkerroksessa
päälysteet						Y	- vieraiden palveluiden osuus määräävä, haattaa aiheutu materiaalin hinnan vaikutuksesta ja vieraisiin palveluihin mahdollisesti sisältyvistä kuljetuksista
Kalteet	22.7	1.7	70.4	1.2	4.0	M	- miestyö on suurin kustannuslaji, johon menetelmätaso vaikuttaa
nurmetus	38.2	23.4	17.0	8.5	12.7	Y/M	- Y:ssä materiaali vaikuttaa melko voimakkaasti ja Missä jäs konetyön vaikutus huomioidaan. Haittavaikutusta lisää se, että miestyö on osittain konetyöstä riippuvaisista
soran murskaus	13.1	21.8	3.1	44.1	17.9	Y	- Y kuvaa lähinnä mies- ja konetyötä - vieraiden palveluiden sisältämät kuljetukset aiheuttavat hieman virheitä - materiaalin osuus (3.1) merkitykseltään

Taulukko 2.23/3 Tiedonkeruu- ja laskentajärjestelmän aiheuttamien virheiden vaikutus suoriteryhmiä yksikkökustannuksiin ja niiden hajontaan. Virheet yleensä suurentavat hajontaa

suoriteryhmä	kumula- tiivisuus	vieraat palvelukset	suorite- yksikkö	osaura- koiden lasku- tustapa
raivaus			x	
paalutus		x	x	
ojien kaivu	x	x		
betoniputkirummut	x		x	
teräsaaltolevyrummut	x		x	
sivuojarummut	x		x	
kallionleikkaus		x		x
maan leikkaus		x		x
pehmeän perusmaan poisto			x	
pengermaan hankinta		x		
pengertäminen maamas- soilla	x			
eristys- ja suodatin- kerros	x	x		
jakava kerros	x	x		
kantava kerros	x	x		
päällysteet		x		
kaiteet				x
nurmetus		x	x	
soran murskaus		x		x

Käsittelytapa

Kunkin suoriteryhmän yksikkökustannukselle on laskettu keskipoikkeaman keskiarvo ja keskihajonta, piirien painotettujen yksikkökustannusten poikkeamien (koko laitoksen painotetusta yksikkökustannuksesta) keskiarvo ja keskihajonta.

Keskiarvot ja keskihajonnat on laskettu seuraavilla kaavoilla:

KESKIPOIKKEAMIEN KESKIARVO KA_B

$$KA_B = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} B_{ij}}{\sum_{i=1}^3 n_i}, \text{ missä } B_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{m_{ij}} |YK_k - A_{ij}|}{m_{ij}}$$

KESKIPOIKKEAMIEN KESKIAJONTA KH_B

$$KH_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} B_{ij}^2 - \sum_{i=1}^3 n_i \times KA_B^2}{\sum_{i=1}^3 n_i}}$$

PAINOTETTUIEN YKSIKKÖKUSTANNUSTEN POIKKEAMIEN KESKIARVO KA_{Bm}

$$KA_{Bm} = \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} Bm_{ij}}{\sum_{i=1}^3 n_i}, \text{ missä } Bm_{ij} = |A_{ij} - Am_i|$$

PAINOTETTUIEN YKSIKKÖKUSTANNUSTEN POIKKEAMIEN KESKIAJONTA KH_{Bm}

$$KH_{Bm} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{n_i} Bm_{ij}^2 - \sum_{i=1}^3 n_i \times KA_{Bm}^2}{\sum_{i=1}^3 n_i}}$$

- n_i = piirien lukumäärä, jossa ko. työtä on tehty rakennuskaudella i
- B_{ij} = piirin j yksikkökustannusten keskipoikkeama rakennuskaudella i
- Bm_{ij} = piirin j painotetun keskiarvon (A_{ij}) poikkeama koko laitoksen painotetusta keskiarvosta (Am_i) rakennuskaudella i
- YK_k = työkohteen k yksikkökustannus
- A_{ij} = piirin j painotettu yksikkökustannus rakennuskaudella i
- m_{ij} = piirin j työkohteiden lukumäärä rakennuskaudella i

Käytetyt poikkeamat on laskettu suhteellisina ts. prosentteina vastaavasta yksikkökustannuksesta.

Suure KA_B osoittaa työkohteiden yksikkökustannusten keskimääräisen poikkeaman ja KH_B poikkeamien hajonnan. Suure KA_{Bm} osoittaa piirien painotettujen yksikkökustannusten keskimääräisen poikkeaman maan painotetusta keskiarvosta ja KH_{Bm} poikkeaman suuruuden vaihtelun. Taulukossa 2.23/4 on esitetty lasketut suureet. Suoriteryhvät on jaettu kolmeen ryhmään KA_B :n suuruuden perusteella.

Taulukko 2.23/4 Yksikkökustannusten poikkeamien keskiarvot ja keskihajonnat

Littera	KA_B	KH_B	KA_{Bm}	KH_{Bm}	Työkohteiden lukumäärä	KA_{Bm}	KA_B :n perusteella muodostetut ryhmät
1131	26	11	(22) 37	(14) 33	13	1.5	I
1131	26	9	24	27	22	1.0	
1331	33	13	28	22	20	0.9	
1334	24	11	20	19	15	0.9	
1410	29	14	29	25	8	0.6	
1510	24	10	(14) 12	(9) 12	24	0.6	
1521	25	13	26	27	5	1.0	
1541	30	11	15	11	21	0.5	
1664	27	25	28	24	5	1.0	
9131	29	27	29	23	4	1.0	
1333	41	31	48	39	5	1.2	II
1530	39	14	22	17	18	0.6	
1610	(35) 42	(14) 19	14	11	19	0.3	
1620	(37) 47	(13) 15	19	15	23	0.4	III
1753	47	24	30	22	17	0.6	

Ryhmittelyn perusteella näyttää poikkeaman (KA_B) suuruuteen vaikuttavan voimakkaimmin se, onko tarkasteltu jonkin kustannuslajin yksikkökustannuksen poikkeamaa vai kokonaisyksikkökustannuksen poikkeamaa (kuva 2.23/6). Ensimmäisen ryhmän litteroista jokaisessa on tarkastelu kokonaisyksikkökustannuksen poikkeamaa. Tarkastelun kohteen vaikutuksen osoittaa myös se, että rumputöissä mies-työkustannuksista laskettu KA_B on suunnilleen kaksinkertainen verrattuna kokonaisyksikkökustannuksista laskettuun KA_B :hen, ja alussa tehty olettamushan oli päinvastainen; miestyön ja konetyön tarkastelun piti pienentää hajontaa. Taulukkoon 2.23/4 on merkitty sulkuihin kokonaisyksikkökustannuksen keskipoikkeaman keskiarvo (KA_B) ja keskiha-

jonta (KH_B) niiden litteroiden kohdalle, joissa kyseiset suureet on määrätty jonkin kustannuslajin yksikkökustannuksen poikkeamista. Tehdyn tarkastelun perusteella voidaan kolmas ryhmä poistaa 1630 ja 1711 siirtyessä ryhmään yksi. Nurmetus (1753) voidaan lukea ryhmään kaksi, koska siihen kuuluu työ- ja ainemenekin puolesta toisistaan huomattavasti poikkeavia töitä; nurmetus käsittää toisinaan ruokamullan hankinnan ja levityksen sekä lannoituksen ja siemenen kylvön, kun taas toisinaan suoritetaan pelkkä siementen levitys.

Korjatun ryhmittelyn tuloksena saadut kaksi ryhmää eivät eroa työntutkimusten kiireellisyyden perusteella toisistaan. Ryhmässä kaksi suuret yksikkökustannusten poikkeamat selittyvät suoriteryhmittelyn ja laskennan virheiden avulla. Rumpujen halkaisijoiden vaihtelu (1.5...3.5 m) selittää rumputöiden suuret yksikkökustannusten poikkeamat. Kerrosten teossa (1610, 1620) hajontaa suurentaa se, että osassa hankkeita kuljetuskustannukset ovat yksikkökustannuksissa mukana ja osassa eivät.

Keskipoikkeaman hajonta on huomattavan suuri litteroissa kuumapäällysteet (1664), soranmurskaus (9131) ja teräsaaltolevyrummut (1333). Hajonnan suuruus johtuu työkohteiden lukumäärien vähäisyydestä; soranmurskauksessa oli keskimäärin 4 työkohdetta piiriä ja rakennuskautta kohden, kahdessa muussa keskimäärin viisi työkohdetta. Tämän vuoksi yksikin suuresti poikkeava yksikkökustannus aiheuttaa suuren keskipoikkeaman. Piirien yksikkökustannusten keskiarvojen (KA_{Bm}) poikkeamat ovat työkohteiden yksikkökustannusten poikkeamiin verrattuna suuria. Yhdessätoista litterassa kahdeksastoista tutkitusta ovat piirin yksikkökustannusten keskiarvojen poikkeamat yhtäsuuret tai suurempia kuin piirien työkohteiden yksikkökustannusten poikkeamat keskimäärin. Tämä viittaa siihen, että piirien väliset, työkohteiden ominaisuuksista tai työtavoista johtuvat erot ovat suurempia kuin piirin sisäisten työkohteiden väliset erot. Keskiarvon poikkeamien suuruuteen vaikuttaa kuitenkin suu-

restä työkohteiden lukumäärä ja eräiden litteroiden kohdalla lisäksi ilmoitus ym. virheet. Esimerkiksi raivaustöiden (1131) yksikkökustannusten keskiarvojen poikkeama (KA_{Bm}) pienenee 37 %:sta 22 %:iin, kun tarkastellaan rakennuskausittaisten yksikkökustannusten sijasta koko vuoden yksikkökustannuksia. Laskettaessa samalla tavalla rumputöiden ja maanleikkauksen KA_{Bm} ei vastaavaa pienentymistä tapahdu. Tämän perusteella saattaa raivaustöissä KA_{Bm} :n suuri arvo johtua lähinnä laskentajärjestelmässä käytetyn kumulatiivisuusjakson pituudesta.

Kun jätetään tarkastelun ulkopuolelle ne suoriteryhvät, joissa työkohteiden keskimääräinen lukumäärä piirissä on alle kymmenen, saadaan suhteen KA_{Bm}/KA_B perusteella litterat jaetuksi työntutkimuksellisen tärkeyden perusteella kahteen ryhmään. Raivaustyöt, ojien kaivu sekä betoniputki ja sivuojarummut kuuluvat ryhmään yksi, jossa työntutkimustarve on suurempi kuin ryhmässä kaksi, johon kuuluvat maanleikkaus, pengerrys maamassoilla, pengermassojen hankinta tielinjan ulkopuolelta, kaikki kerrosten rakentamistyöt, kaiteiden teko ja nurmetystyöt.

Suoritettu menetelmätason yhtenäisyyden arviointi yksikkökustannusten hajonnan avulla ja sen perusteella tehty ryhmittely työntutkimuksellisen kiireellisyyden suhteen ei ole kovin luotettava. Tämä johtuu lähinnä lähtöaineiston (kustannusanalyysien) virheistä, joita ei ole käsittelyssä voitu poistaa ja joiden vaikutus on suurempi kuin tutkittavan menetelmätason.

Työmenetelmien määrää ja toteutuksen tasoa on selvitetty haastatteluin. Haastattelun kohteiksi valittiin työntutkijoita ja henkilöitä, jotka vastaavat tienrakennustöiden toteutuksen suunnittelusta ja itse toteutuksesta. Haastatte luissa pyrittiin selvittämään eri rakentamisvaiheissa käytetyt työmenetelmät, menetelmien valintaperusteet ja toteutuksen taso.

Käytettyjen työmenetelmien määrä on yleensä sitä suurempi, mitä useampia työvaiheita rakentamisvaiheeseen kuuluu. Lisäksi suuri työmenetelmien määrä voi johtua tiedon puutteesta; menetelmien valintaperusteet ovat sattumanvaraisia, koska ei ole tietoa niiden keskinäisestä edullisuudesta.

Toteutuksen tasoa on selvitetty haastatteluissa siten, että haastateltavat ovat arvioineet tietyn rakentamisvaiheen (literan) toteutuksen tason arvosanoin hyvä, keskinkertainen ja huono

Taulukkoon 2.23/5 on kerätty yhteenvetona haastatteluista saadut työmenetelmien määrät, valintaperusteet ja mielipiteet toteutuksen tasosta. Kohdassa "valintaperusteet" on käytetty seuraavia merkintöjä:

- valintaperusteaine selvä ++
- valintaperuste yleensä selvä +
- ei selviä valintaperusteita -

Toteutuksen tasosta on käytetty seuraavia merkintöjä:

- toteutuksen taso hyvä ++
- toteutuksen taso keskinkertainen +
- toteutuksen taso huono -

Taulukkoon 2.23/5 on laskettu vastausten keskiarvot.

Taulukko 2.23/5 Yhteenveto haastatteluista työmenetelmien määrän, valintaperusteiden ja toteutuksen tason selvittämiseksi. Tutkimustarvetta ilmaisevat luvut ovat seuraavat:

1 = suuri tutkimustarve

2 = keskinkertainen tutkimustarve

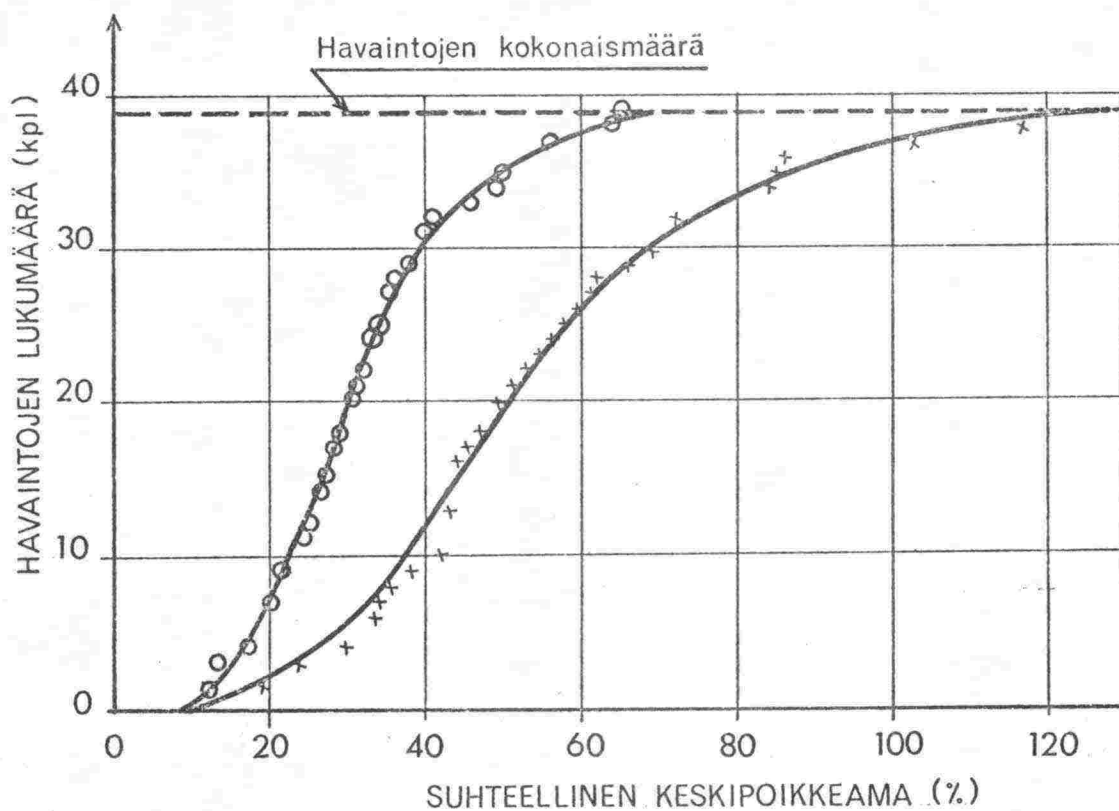
3 = pieni tutkimustarve

Tutkimustarve on saatu sarakkeiden 2...3 ja 4 perusteella, sitä ei ole kysytty haastateltavilta

	työmenetelmien määrä	valinta peruste	toteutuksen taso	tutkimusten tarve
1130	+	-	+	2
1211	++	++	+	3
1310	++	++	++	3
1331	+	+	-	2
1333	+	+	-	2
1334	+	+	+	2
1410	+	-	+	1
1510	-	+	+	2
1520	+	+	+	2
1530	++	++	+	3
1540	+	+	+	2
1620	+	+	+	2
1630	+	+	+	2
1660	+	++	+	2
1711	+	+	+	1
1753	-	-	+	1
9130	++	++	++	3

KUVA 2.23/6 Tarkasteltavan yksikkökustannuksen vaikutus yksikkökustannusten keskipoikkeamiin. Esimerkki on suoriteryhmästä betoniputkirummut (1333). Kuvassa on esitetty keskipoikkeamien jakautumat tarkasteltaessa miestyön yksikkökustannusta ja kokonaisyksikkökustannusta

- + miestyön yksikkökustannuksen keskipoikkeamat
- o kokonaisyksikkökustannuksen keskipoikkeamat



Haastatteluin on eri rakentamisvaiheiden työntutkimustarvetta vaikea selvittää. Vastauksia on vaikea saada yhteismittallisiksi ja vastaukset sijoittuvat pääasiassa keskiluokkaan. Haastattelut ovat niin paljon aikaa vieviä, että haastateltavien määrä on täytynyt jättää pieneksi (6 henkilöä). Näistä syistä saatu tutkimustarveluokittelu ei ole kovin luotettava.

Eräiden rakentamisvaiheiden (litteroiden) kohdalla oli vastauksissa kuitenkin selvää yhtäläisyyttä: Kallionleikkaustöistä kaikki haastateltavat totesivat tietojensa olevan vähäisiä ja että ne suoritetaan aivan pieniä töitä lukuunottamatta osaurakoina. Paalutustöiden kohdalla todettiin vuokrakaluston vähyys ja tästä johtuva mahdollinen kilpailun puuttuminen. Lähes kaikissa massansiirtoon sisältyvissä töissä työnjohdolla ja työnaikaisella ohjauksella väitettiin olevan suurin merkitys työn taloudellisuuteen ja ajoituksen toteutumiseen.

2.24 Suunnitelmataso

Tie- ja vesirakennushallituksessa sovelletaan tavoitteiden asettamiseen perustuvaa johtamistoimintaa, tavoitejohtamista / 16 /. Järjestelmä korostaa tavoitteiden asettamista ja valvontaa. Tavoitejohtamisjärjestelmää on laitoksessa sovellettu ns. tavoitebudjetointijärjestelmänä, jossa taloudellisuusstandardeja hyväksikäyttämällä määrätään työnsuunnittelun avulla työlle määrälliset, taloudelliset ja ajalliset tavoitteet. Aikajänteen pituuden perusteella ja kaantuu työnsuunnittelu tie- ja vesirakennuslaitoksessa koko hankkeen kestoajan käsittävään työsuunnitelmaan ja tämän vuosittaiseen tarkastukseen ja yhden rakennuskauden (4 kk) käsittävään työsuunnitelmaan. Edellistä kutsutaan alustavaksi suunnitelmaksi (TAS) ja jälkimmäistä työn lopulliseksi tavoitesuunnitelmaksi (TLTS) / 17 /.

Molemmilla suunnittelutasoilla tarvitaan taloudellisuusstandardeja vertailu- ja ajoituslaskelmia tehtäessä, joten suunnitelmien hyvyys on eräs varsin tärkeä taloudellisuusstandardi.

dien laadintaan tähtäävien työntutkimusten kriteeri. Suunnitelmatasolla pyritään mittaamaan juuri sitä, miten hyvin työnsuunnittelija tuotesuunnitelmien ja muiden tiedossaan olevien seikkojen perusteella kykenee suunnittelemaan työn kulun ja siitä aiheutuvat kustannukset. Suunnitelmien hyvyden mittana on tässä käytetty suunnitelma- ja toteutumatietojen vastaavuutta, joka ilmaistaan erosuhteena.

Suunnitelmatason tutkimiselle tarjoavat hyvän lähtökohdan tavoitebudjetointijärjestelmän hanketason valvontaraportit. Tässä selvityksessä käytetty materiaali on saatu hankkeiden kustannusraporteista, joiden laatimista, ominaisuuksia ja tulostusmuotoja on selvitetty kohdassa 2.12. Tutkimuksen materiaali kerättiin vuoden pituiselta jaksolta, johon sisältyy kaksi viimeistä rakennuskautta vuodelta 1971 ja ensimmäinen rakennuskausi vuodelta 1972. Tietoja kerättiin yhteensä 34 hankkeesta kolmen tie- ja vesirakennuspiirin alueelta. Tiedot kerättiin rakennuskausien viimeisistä raporteista, jolloin saatiin kuva rakennuskautta varten tehtyjen suunnitelmien toteutumisesta. Hankkeiden toteutuneet työkustannukset olivat yhteensä 68.5 milj.markkaa, joka on noin 20 % tie- ja vesirakennuslaitoksen tienrakentamiskustannuksista ko. ajanjaksolla.

Tässä tutkimuksessa käytetty menetelmä suunnittelutarkkuuden tutkimiseksi on diplomi-insinööri Kiiraksen kehittämä samoin kuin ATK-ohjelmat, joille tutkimusaineisto kerättiin. Ohjelmilla laskettiin aineistosta suoriteryhmittäin kustannus-, taloudellisuus- ja määräerosuhteet, näiden keskiarvot ja keskihajonnat painotettuina ja painottamattomina sekä tulos- ti kunkin suhteen jakautuman ilmoittamalla havaintojen lukumäärän kahdessakymmenessä eri luokassa. Erosuhteet laskettiin kaavalla.

$$RE = \frac{T1 - T2}{\max (T1, T2)}$$

T1 = suunniteltu määrä tai kustannus

T2 = toteutunut määrä tai kustannus

Nimittäjään otettiin aina suurempi luku.

Nimittäjän vaihdolla on erosuhteen arvo saatu välille

$$- 1 \leq RE \leq + 1.$$

Käsinlaskennalla tutkittiin t-testiä käyttäen kunkin suoriteri-
ter ryhmän erosuhteiden keskiarvon nollasta poikkeavuuden mer-
kitsevyys ja keskiarvon varmuusväli. Suoriteri-ter ryhmän erosuh-
teiden hajonnalle määritettiin varmuusväli χ^2 -jakautumalla.
Sekä hajonnan että keskiarvon varmuusväliä laskettaessa käy-
tettiin 90 %:n varmuutta / 23 /.

Erosuhteiden keskiarvo ja keskihajonta laskettiin kullekin
suoriteri-ter ryhmälle painotettuna ja painottamattomana.

Määrä-, kustannus- ja taloudellisuuserosuhteiden keskiarvoja
ja keskihajontoja laskettaessa käytettiin painokertoimina
kustannusmääriä. Kun suunniteltu kustannus oli toteutunutta
kustannusta suurempi käytettiin määrä- ja kustannuserosuhtei-
den painokertoimia suunniteltuja kustannuksia. Kun taas to-
teutunut kustannus oli suunniteltua kustannusta suurempi, käy-
tettiin painokertoimina toteutuneita kustannuksia. Taloudel-
lisuuserosuhteissa painokertoimena käytettiin molemmissa ta-
pauksissa joko sallittua tai toteutunutta kustannusta riip-
puen siitä, kumpi oli pienempi.

Suoriteri-ter ryhmien suunnitelmatasoa määrättäessä tarkasteltiin

- keskiarvon poikkeamaa, josta voidaan päätellä suunnitte-
lun systemaattiset virheet
- hajontaa, joka kertoo suunnittelutarkkuudesta
- jakautuman muotoa, josta ilmenee litteran töiden riippu-
vuus muiden litteroiden töistä sekä olosuhdeherkkyys.

Taulukossa 2.24/1 on esitetty määrä-, taloudellisuus- ja kus-
tannuserojen keskiarvot, keskiarvojen nollasta poikkeavuuden
suunta ja merkitsevyys, keskihajonnat ja niiden 90 %:n var-
muutta käyttäen määrättyt ylä- ja alarajat sekä työkohteiden
lukumäärä suoriteri-ter ryhmittäin.

Taulukko 2.24/1 Erosuhteiden keskiarvot, keskihajonnat ja hajonnan varmuusraajat litteroittein.
Keskiarvon poikkeaman merkitsevyys on merkitty seuraavasti:

varmuus

90 % 99 % x melkein merkitsevä
 99 % 99,9 % xx merkitsevä
 >99,9 % xxx vahvasti merkitsevä

Litt.	Määräero					Taloudellisuusero					Kustannusero					työkoht. lukum.
	ka °/oo	ka:n poikk merk.	kh °/oo	kh:n ylär.	kh:n alar.	ka °/oo	ka:n poikk merk.	kh °/oo	kh:n ylär.	kh:n alar.	ka °/oo	ka:n poikk merk.	kh °/oo	kh:n ylär.	kh:n alar.	
1131	- 3		270	324	246	- 35		233	280	212	- 35		340	408	309	67
1211	159		248	459	181	- 99		166	307	121	59		346	640	253	6
1311	69	x	343	412	312	- 45	x	219	263	199	25		424	509	386	85
1331	92	xx	299	359	272	8		242	290	220	95	x	363	436	330	83
1333	62		202	289	158	- 91		265	379	207	- 34		321	459	250	16
1334	18		530	636	482	31		284	341	258	44		569	683	518	59
1410	- 68	x	355	426	323	- 16		170	204	155	- 81	x	372	446	339	76
1441	266	xxx	435	552	361	-315	xxx	384	488	319	- 50		581	738	482	39
1510	- 41	x	296	355	269	26	x	210	252	191	- 15		354	425	322	129
1521	- 79	x	212	269	176	- 7		199	253	165	- 81	x	294	373	244	31
1530	- 72	x	279	335	254	21		192	230	175	- 49		345	414	314	70
1541	46		390	468	355	91	x	372	446	339	128	xx	475	570	432	118
1570	-110	xx	347	416	316	211	xxx	301	361	274	98	x	446	535	406	95
1610	74	x	357	428	324	62	x	210	252	191	128	xx	364	437	331	66
1620	- 50		348	418	317	14		210	252	191	- 34		393	471	358	74
1630	50		394	473	359	- 68	xx	168	202	153	- 12		434	520	359	52
1660	134	x	288	412	225	76	xxx	40	57	31	202	xx	262	375	204	18
1711	35		250	318	208	- 3		264	335	219	30		384	488	319	29
1753	150	xx	336	403	306	- 13		284	341	258	128	x	409	491	372	51
9130	23		308	391	256	69	xx	113	144	94	88	x	282	358	234	36

Määräerot poikkeavat kokonaisuutena tarkastellen enemmän positiiviseen kuin negatiiviseen suuntaan. Kuvassa 2.24/2 on esitetty tie- ja vesirakennushankkeiden määrä ja taloudellisuuserojen kehittyminen vuonna 1972. Mukana ovat laitoksen kaikki työmaat ja luvut ovat piirien keskiarvoja. Rakennuskauden alussa määräero muodostuu varsin suureksi ja pienenee rakennuskauden loppua kohti. Positiivisen määräeron aiheuttaa useimmiten työmaitten alkamisen myöhästyminen. Tässä selvityksessä litteroiden määräerot ovat

kuitenkin selvästi pienempiä kuin laitoksen kaikkien työmaiden määräerojen keskiarvo. Tähän vaikuttavat mm. seuraavat syyt:

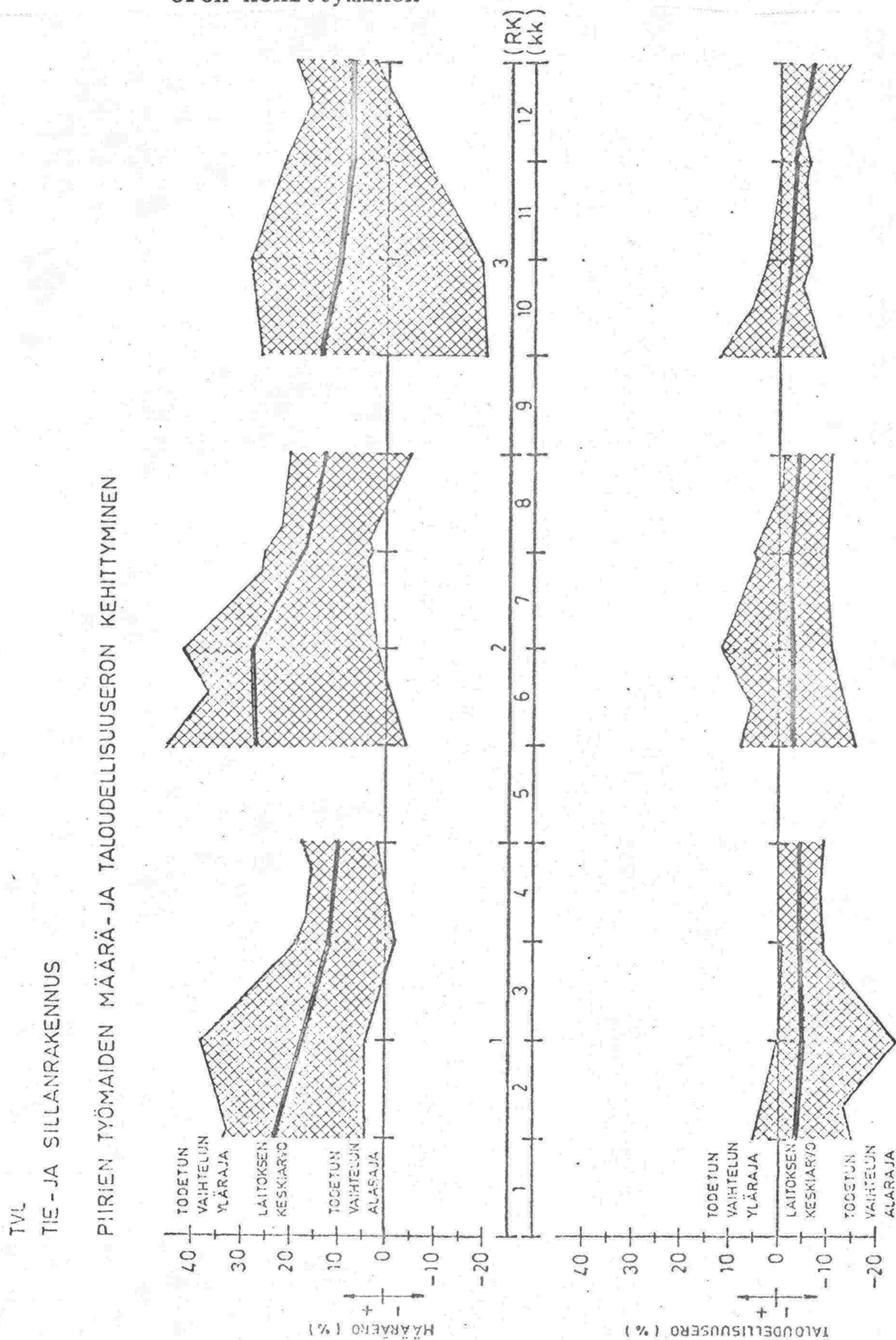
- hankkeiden valinnassa eräänä perusteena käytettiin to-
teutuneiden työkustannusten suuruutta, jolloin paljon
myöhässä olleet hankkeet jäivät pois,
- otoksessa oli mukana pelkkiä tienrakennushankkeita, kun
taas keskiarvotiedoissa ovat mukana myös siltahankkeet.

Määräeroja litteroittain tarkasteltaessa havaittiin, että eniten negatiiviseen suuntaan (tehty enemmän kuin suunniteltu) poikkeavia litteroituja ovat ne, joihin liittyy maa- ja kalliomassojen käsittelyä; raivaus, kallioleikkaus, maaleikkaus, pehmeän perusmaan poisto ja pengermaan hankinta tielinjan ulkopuolelta. Jos määräerot aiheuttavat töiden alkamisen viivästymisestä, on ilmeistä, että näissä töissä työsaavutus on arvioitu liian pieneksi.

Tarkasteltaessa massojen vastaanottopään litteroituja, havaitaan, että niistä vain maamassojen läjitystä on suoritettu keskimäärin suunniteltua enemmän. Kalliomassojen osalta tämä on luonnollista, koska massoja useinkin käytetään hankkeen ulkopuolisiin kohteisiin. Maamassat käytetään tämän tarkastelun perusteella pääasiassa läjitykseen. Johtopäätös saattaa olla virheellinen, mikä johtuu esimerkiksi massakertoimen väärinarvioinnista tai siitä, että massoja viedään hankkeen ulkopuolisiin kohteisiin,

Litterat, joissa keskiarvo poikkeaa tilastollisesti merkittävästi positiiviseen suuntaan (tehty vähemmän kuin suunniteltu), eivät muodosta yhtenäistä ryhmää. Poikkeamien syitä on vaikea arvioida. Poikkeamat positiiviseen suuntaan ovat pienempiä kuin piirien määräerojen poikkeamat keskimäärin, joten jälkeenjäämiset saattavat johtua töiden aloittamisen viivästymisestä.

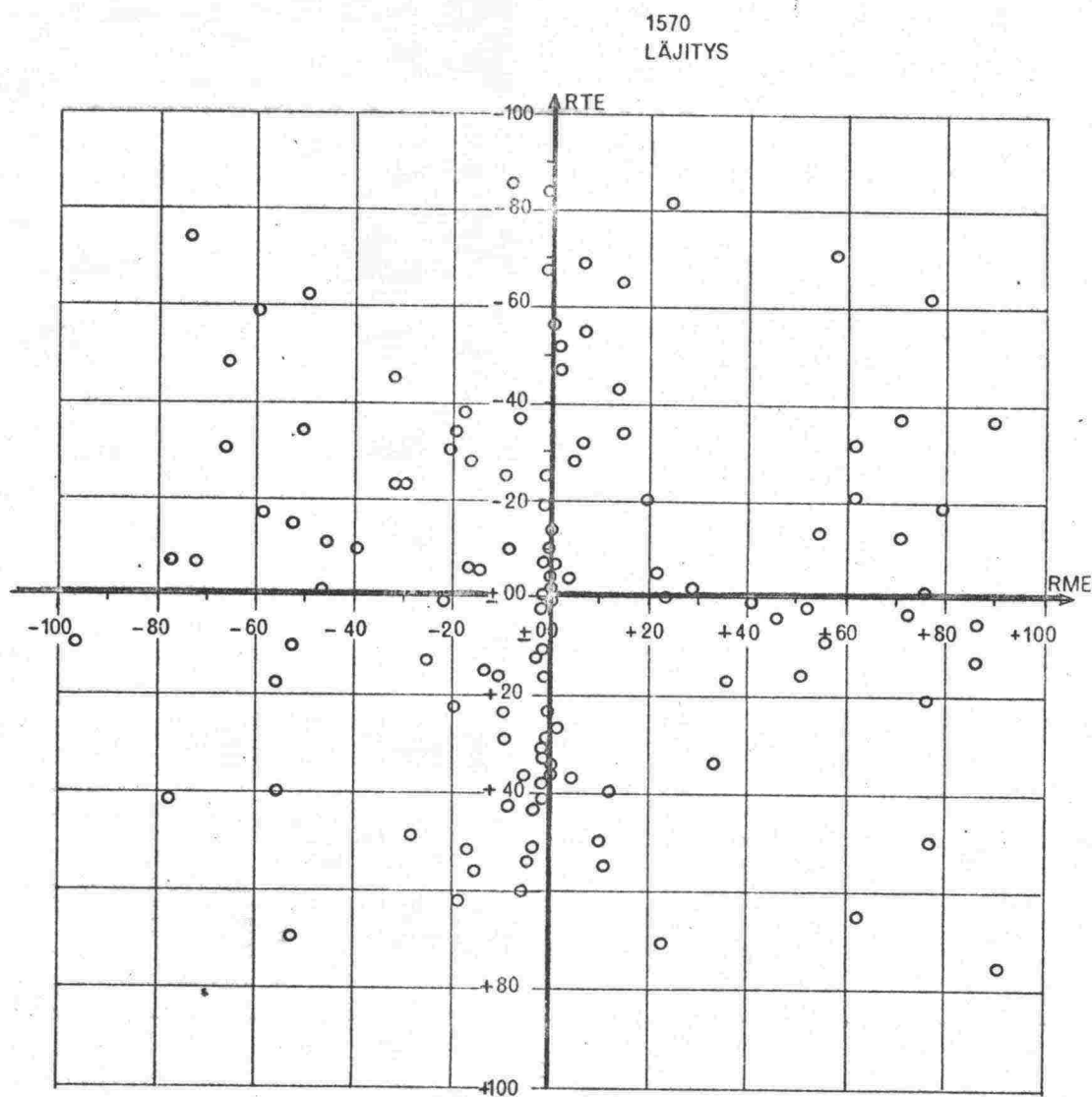
Kuva 2.24/2 Tie- ja vesirakennuslaitoksen piirien työmaiden (tie- ja sillanrakennus) määrä ja taloudellisuus-eron kehittyminen



Taloudellisuuseroja tarkastettaessa havaitaan, että keskiarvojen poikkeamat nollasta ovat pienempiä kuin määräerojen poikkeamat. Pienemmästä hajonnasta johtuen tilastollisesti merkittäviä poikkeamia on kuitenkin yhdeksän suoriter ryhmän kohdalla. Taloudellisuuserojen keskiarvo poikkeaa negatiiviseen suuntaan (tehty kalliimmalla kuin suunniteltu) suoriter ryhmän avo-ojitus (1311), pengerrys kalliomassoilla (1441) ja kantava kerros (1630) kohdalla. Koska kaikkien määräerojen keskiarvot ovat positiivisia, johtuu taloudellisuuseron negatiivinen poikkeama ainakin osittain liian suureksi arvioidusta kapasiteetista, jolloin ajasta riippuvat ja kiinteät kustannukset ovat nostaneet yksikkökustannuksen suunniteltua suuremmaksi. Kalliomassoilla pengertämisen taloudellisuuseron keskiarvon suuri poikkeama (-315 o/oo) aiheutuu osittain yhden suuren työkohteen erittäin suuresta negatiivisesta poikkeamasta. Painottamattoman keskiarvon poikkeama on -102 o/oo, joka sekin on tilastollisesti merkitsevä.

Positiiviseen suuntaan taloudellisuuseron keskiarvo poikkeaa maanleikkaustöiden, maamassoilla pengerryksen, läjityksen suodatinkerroksen, päällystetöiden ja soran murskauksen kohdalla. Suurin poikkeama on läjityksessä (211 o/oo), joka johtuu määräeron suuresta poikkeamasta negatiiviseen suuntaan. Läjityksessä kustannukset ovat lähes täysin aikaisidonnaisia. Kuva 2.24/3 esittää taloudellisuus- ja määräeron riippuvuutta työkohteittain läjityksessä. Riippuvuus on heikko, koska pelkällä määräerojen tarkastelulla ei voida erottaa tapauksia, joissa myöhästymisen on aiheuttanut koko hankkeen tai jonkin työkohteen alun viivästyminen, niistä tapauksista, joissa myöhästyminen johtuu väärin arvioidusta kapasiteetista. Kuumapääällysteiden teon ja soran murskauksen taloudellisuuserojen keskiarvot poikkeavat myös erittäin merkittävästi nollasta. Näiden kohdalla poikkeama johtunee hintatason väärinarvioinnista, koska molemmat työt tehdään yleensä yksikköhintaaurakoina.

Kuva 2.24/3 Taloudellisuus ja määräeron riippuvuus
läjitystyössä. Riippuvuus on heikko,
koska määräeroon vaikuttaa suoritusno-
peuden lisäksi työn aloitushetken suun-
nitelman mukaisuus



Kustannusero on määrä- ja taloudellisuuseron summa, joten sen keskiarvon poikkeamat selittyvät näiden keskiarvojen poikkeamien avulla.

Erosuhteiden keskiarvojen poikkeamien perusteella tutkimustarve on keskimääräistä suurempi maanleikkaustöissä (1510, 1520, 1530), joissa käytetyt kapasiteetit määräerojen perusteella näyttävät olevan liian pieniä. Myös massakerrointie-doissa on näiden tulosten perusteella tutkimustarvetta. Taloudellisuuseron keskiarvojen poikkeamien perusteella on vaikea osoittaa selvää tutkimustarvetta, mutta tuloksista näkyy kuitenkin selvästi kapasiteettien oikean arvioinnin merkitys halutun taloudellisuuden saavuttamiseksi.

Taulukossa 2.24/1 on esitetty myös erosuhteiden hajonnat ja hajonnoille työkohteiden lukumäärän perusteella lasketut varmuusrajat.

Taulukossa 2.24/4 on litterat jaettu kolmeen ryhmään määrä-, ja taloudellisuuserosuhteen hajonnan varmuusrajojen avulla. Jako on suoritettu seuraavasti:

ryhmä

- | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | yläraja $< k$ | paras suunnitelmataso |
| 2 | alaraja $< k$, yläraja $> k$ | keskimääräinen suunnitelmataso |
| 3 | alaraja $> k$ | huonoin suunnitelmataso |
- Määräerosuhteelle k on 35 % ja taloudellisuuserosuhteelle 25 %.

Käytetty ryhmittelytapa aiheuttaa sen, että hajonnan suuruuden lisäksi havaintojen lukumäärä vaikuttaa lopputulokseen. Havaintomäärältään pienimmät litterat joutuvat keskiryhmään. Näin varmistetaan, ettei luokittelumenettelyllä aiheuteta suoriteryhmien välille eroja, jotka tilastollisesti tarkastellen ovat merkityksettömiä.

Taulukko 2.24/4 Litteroiden ryhmittely työntutkimuksellisen tärkeyden suhteen taloudellisuuseron ja määräeron hajonnan suuruuden perusteella

Suorite-ryhmä	RTE ryhmä	RME ryhmä
1131	2	1
1211	2	2
1311	2	2
1331	2	2
1333	2	1
1334	2	1
1410	3	3
1410	1	2
1441	3	3
1510	2	1
1521	2	1
1530	1	2
1541	3	3
1570	3	2
1610	2	2
1620	2	2
1630	1	3
1660	1	2
1711	2	1
1753	3	2
9130	1	2

Hajonnan avulla suoritettujen ryhmittelyjen mielekkyys on tarkastettu testaamalla hajontojen eron merkitsevyys pareittain F-testillä / 23 /.

Testin tulokset on esitetty matriisin muodossa (kuva 2.24/5).

Vaakarivien rastien määrä ilmoittaa, miten monen litteran hajonta on merkitsevästi pienempi kuin tarkasteltavan litteran ja pystyrivien rastien määrä sen, kuinka monen litteran hajonta on merkitsevästi suurempi. Kunkin litteran vaaka- ja pystyrivien tyhjien ruutujen määrä ilmoittaa niiden hajontojen luvun, jotka eivät merkitsevästi eroa tarkasteltavasta hajonnasta. Suoritettua ryhmittelyä on korjattu siten, ettei mikään littera kuulu ryhmään, jossa sen yläpuolelle jäisi vähemmän litteroita kuin on vaakarivin rastien määrä tai alapuolelle vähemmän kuin pystyrivien ras-

tien määrä,

Kuva 2.24/5 Taloudellisuuseron hajontojen testaus pareittain. Taulukko laadittu käyttäen 95 % varmuusrajaa. + merkitsee, että hajonnan ero on merkitsevä

Litt. A →		1660	9130	1211	1630	1410	1530	1521	1510	1610	1620	1311	1131	1331	1711	1333	1334	1753	1570	1541	1441
Litt. B ↓	n _n	18	36	6	52	76	70	31	129	66	74	85	67	83	28	10	59	96	118	39	
1660	18	-																			
9130	36	+	+																		
1211	6	+	+	-																	
1630	52	+			-																
1410	76	+				-															
1530	70	+					+														
1521	31	+	+	+	+	+		-													
1510	129	+							-												
1610	66	+				+			+	-											
1620	74	+									-										
1311	85	+				+		+				-									
1131	67	+	+			+	+	+					-								
1331	83	+				+	+	+						-							
1711	28	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		-						
1333	16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			-					
1334	59	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				-				
1753	51	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					-			
1570	96	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						-		
1541	118	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							-	
1441	39	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	-	

Pienempiä kuin B	kpl
	0
	1
	2
	1
	1
	1
	5
	1
	3
	3
	3
	5
	3
	12
	12
	11
	11
	8
	11
	16

Pienempiä kuin
B
kpl

0
1
2
1
1
1
5
1
3
3
3
5
3
12
12
11
11
8
11
16

Suurempia kuin
A kpl

19	10	0	8	13	9	3	12	6	7	7	6	6	0	0	1	1	1
----	----	---	---	----	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Yhtäsuuria
kuin A kpl

0	8	17	10	5	9	11	6	10	9	9	8	10	7	7	7	10	2
---	---	----	----	---	---	----	---	----	---	---	---	----	---	---	---	----	---

Tarkastelun tuloksena on maanleikkaus siirretty ryhmään 1. kantavan kerroksen teko ryhmään 2, kaiteiden ja teräsaaltolevyrummun teko ryhmään 3. Korjattu ryhmittely on esitetty taulukossa 2.24/6.

Määräeron hajonnan perusteella suurin tutkimustarve on si-vuojarumpujen teossa, pengerrystöissä ja kantavan kerroksen teossa. Vähäisin tutkimustarve on raivauksessa, teräsaaltolevyrummuissa, pehmeän perusmaan poistossa, varamaan hankinnassa ja kaiteiden teossa. Taloudellisuuseron hajonnan perusteella suurin tutkimustarve on teräsaaltolevy- ja si-vuojarumpujen teossa, pengerrystöissä, läjityksessä, kaiteiden teossa ja nurmetustöissä. Tulokset ovat osittain

Taulukko 2.24/6 F-testin perusteella korjattu ryhmittely määrä- ja taloudellisuuserosuhteen hajonnan suuruuden perusteella

Suorite-ryhmä	RTE ryhmä	RME ryhmä
1131	2	1
1211	2	2
1311	2	2
1331	2	2
1333	3	1
1334	3	3
1410	1	2
1441	3	3
1510	1	1
1521	2	1
1530	1	1
1541	3	3
1570	3	2
1610	2	2
1620	2	2
1630	2	3
1660	1	2
1711	3	1
1753	3	2
9130	1	2

ristiriitaisia. Käytetty luokittelumenettely jättää ottamatta huomioon suurimman osan hajontoihin vaikuttavista tekijöistä. Määräeron hajontoja tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon:

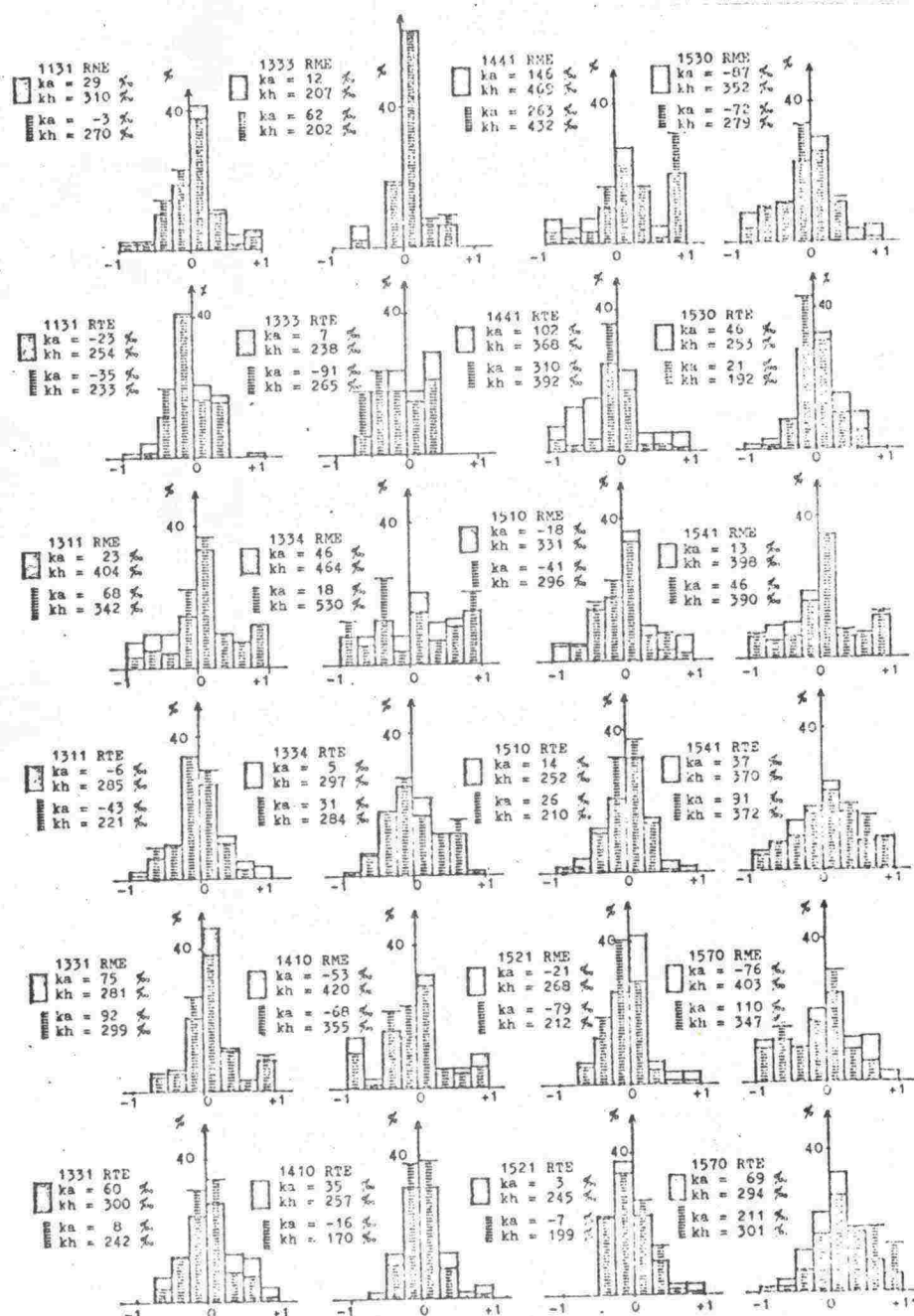
- suoriteryhmän töiden riippuvuus muiden suoriteryhmiensä töistä,
- suoriteryhmän töiden olosuhdeherkkyys,
- koko työmaan aloituksen viivästyminen,
- kapasiteettien väärinarvioinnin ääriarvot,
- taloudellisuuseron hajonta,
- työkohteiden toteutukseen keskimäärin kuluva aika.

Taloudellisuuseron hajontoja tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon:

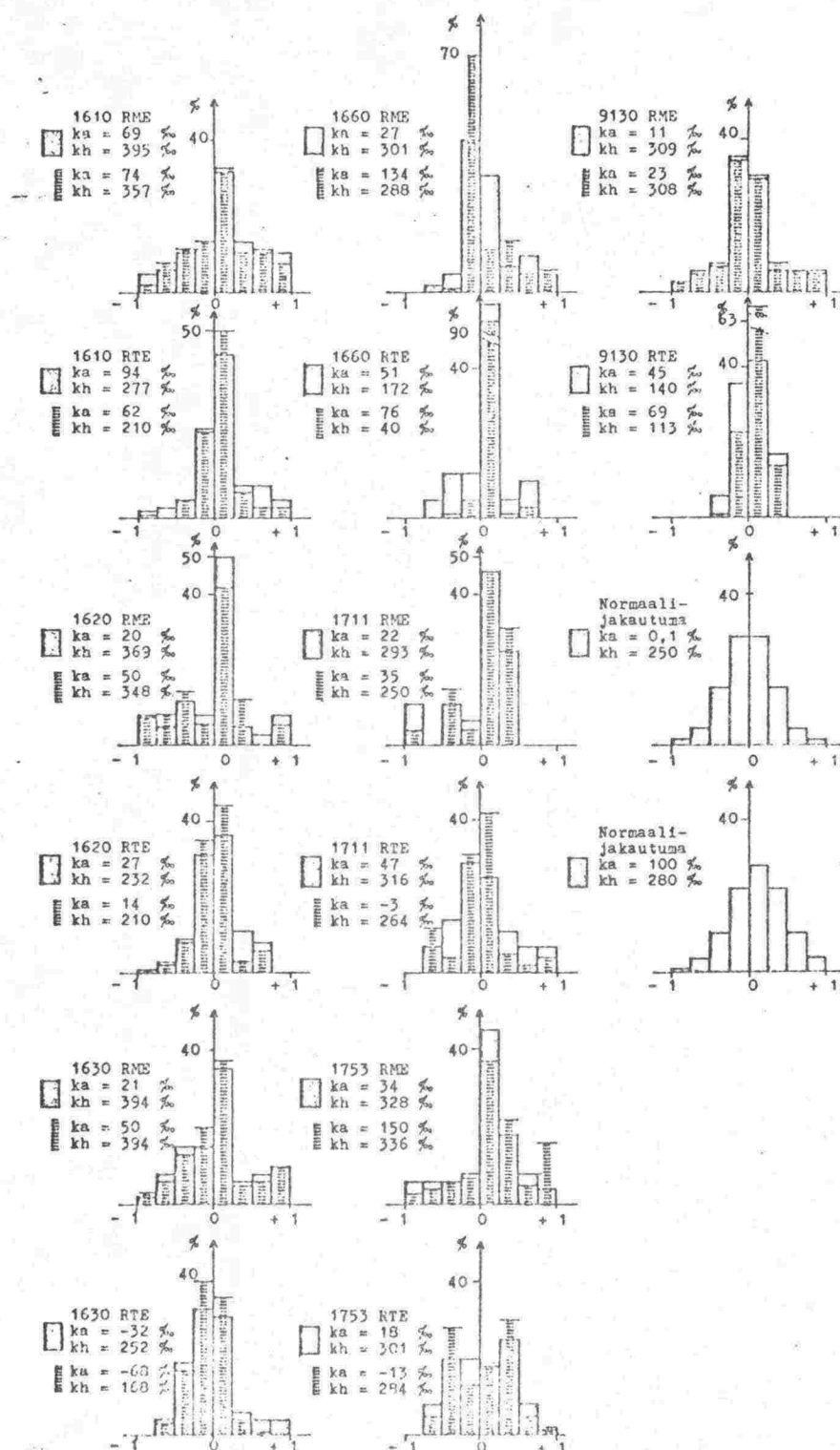
- kustannusten muodostumistapa, toisin sanoen kuinka suuri osa kustannuksesta kiinteitä, aikasidonnaisia ja suoritemääräsidonnaisia,
- miten paljon suoritetaan osaurakoina ja omana työnä,
- määräeron hajonta.

Näiden tekijöiden vaikutusta tarkastellaan myös tutkit-
taessa erosuhteiden jakautumamuotoja, joten tarkastelu
tapahtuu siinä yhteydessä.

Kuva 2.24/7 Suoriter ryhmien määrä- ja taloudellisuusero-
suhteiden jakautumat. Kustannuksilla pai-
nottamattamattomat jakautumat on esitetty
paksuina pylväänä, kustannuksilla painotetut
ohuilla pylväillä. RME = määräero, RTE =
taloudellisuusero



Kuva 2.24/8 Suoriter ryhmien määrä- ja taloudellisuusero-
suhteiden jakautumat. Esitystapa kuten ku-
vassa 2.24/7



Määräerojen jakautumakuviosta havaitaan, että minkään suoriter ryhmän määräer jakautuma ei ole normaalin. Jakautumat ovat muodiltaan kolmea päätyyppiä:

- 1 lähes normaalin
- 2 korostunut keskiryhmä ja tasaiset reunaryhmät
- 3 tasainen jakautuma.

Tyyppin 1 mukaiset jakautumat ovat litteroissa 1131, 1331, 1510, 1521 ja 1530. Tyyppin 2 mukaisia ovat jakautumat litteroissa 1311, 1333, 1410, 1610, 1620, 1630, 1660, 1711, 1753 ja 9130. Tyyppiä 3 ovat jakautumat 1541, 1334, 1441 ja 1570.

Jakautumatyyppin 1 litterat ovat työkestoltaan pitkäaikaisempia tienrakennuksessa: yhden työkohteen kesto voi olla huomattavasti pidempi kuin rakennuskausi. Työkohteen kesto on vaikuttanut selvimmin jakautuman muotoon, koska tarkasteluaineisto on kerätty rakennuskauden viimeisistä raporteista. Lyhyen aikaa kestäneet työkohteet on rakennuskauden loppuun mennessä ehditty yleensä toteuttaa huolimatta aloituksessa mahdollisesti esiintyneistä poikkeamista aikatauluun verrattuna tai työsaavutuksen väärin arvioinnista. Määräeroltaan pienien työkohteiden joukossa on enemmän lyhytaikaisia (pieniä) töitä, koska luokan +0.0 - 0.1 osuus pienenee systemaattisesti kaikissa tyyppin 1 jakautumissa tarkasteltaessa kustannuspainotettuja jakautumia. Kustannuspainotettuja ja painottamattomia jakautumia verrattaessa havaitaan myös, että suuret työkohteet toteutetaan suunniteltua nopeammin useammassa tapauksessa kuin pienet työkohteet. Tämä johtune näiden töiden kriittisyydestä koko hankkeen ajoituksen kannalta. Suoriter ryhmien taloudellisuuserojen jakautumista havaitaan, että suurien töiden suunniteltu yksikkökustannus vastaa parhaimmin toteutunutta kuin pienien töiden. Jakautumatyyppin 1 mukaiset suoriter ryhmät eivät eroa toisistaan määrrien eikä yksikkökustannusten suunnittelutarkkuuden suhteen.

Jakautumatyyppin 2 suoriteryhmillä on ominaista, että niiden työkohteiden kesto-aika on suhteellisen lyhyt lukuunottamatta 1410 ja 9130 ja niiden suoritus on riippuvainen muiden suoriteryhmiä töistä. Lyhyestä kestoista johtuen on luokka 0.0... +0.1 voimakkaasti korostunut. Reunaryhmiin sijoittuvat työkohteet, joiden alotus on suunniteltu rakennuskauden lopulle. Tästä myös johtuu, että kustannuspaikot siirtää systemaattisesti määräeron keskiarvon positiiviseen suuntaan, eikä muuta hajontaa oleellisesti. Suoriteryhmiä määräeron hajonta ei kuvaa luotettavasti työsaavutuksen suunnittelutarkkuutta. Yksikkökustannus on niissä ilmeisesti helpommin arvioitavissa kuin jakautumatyyppi yhden suoriteryhmissä. Jakautumatyyppiin kaksi kuuluvista suoriteryhmistä muodostavat poikkeuksen litteerat 1410 ja 9130, joiden työkohteet saattavat kestää kauan. Niiden määräeron jakautuman muotoon vaikuttaa suoriteryhmän töiden urakkavaltaisuus, mistä johtuen töiden kesto osataan arvioida suhteellisen hyvin.

Jakautumatyyppi 3 esiintyy suoriteryhmissä, jotka ovat täysin riippuvaisia muista töistä. Pengerrystöiden ja läjityksen suoritus on sidottu massantuloon ja sivuojarummut tehdään toimintavälineiden vapautuessa muista töistä. Näiden töiden määräeron hajonnasta ei voida päätellä työsaavutuksen arvioinnin tarkkuutta. Töiden suoritusta ei voi suunnitella määrien suhteen, koska niitä ei voida pitää itsenäisinä toimintoina. Myös niiden yksikkökustannus on täysin riippuvainen muiden töiden suoritussopeudesta.

Koska työn kesto-aika vaikuttaa voimakkaasti määräerorakautuman muotoon, ei määräeron hajonnan perusteella tehtyä luokittelua voida käyttää tutkimustarpeen määrittämiseen. Tehty tarkastelu osoittaa kuitenkin, että maanleikkaustöiden, pehmeän perusmaan poiston ja pengermaan hankinnan suoritusten toteutuminen suunnitellulla tavalla vaikuttaa ratkaisevasti koko hankkeen aikataulun toteutumiseen. Määräerojen hajonnan suuruudesta voidaan myös päätellä, että

työnsuunnittelussa on huomattavasti parantamisen varaa koko hankkeen kannalta. Vaikka työkohdesuunnitelmat tehdään hyvin, jäävät määräerot suuriksi, ellei samalla selvitetä työmaan henkilöstön, koneiden ja rahoituksen vaikutusta työkohteiden suoritusjärjestykseen ja työkohteiden ajoitukselliseen kriittisyyteen koko hankkeen aikataulussa.

Taloudellisuuseron jakautuma on lähes kaikilla suorite-ryhmillä melko normaalin, joten sen perusteella tehty suunnittelutarkkuutta kuvaava luokittelu on suhteellisen luotettava käytetty karkeus huomioon ottaen.

2.3 YHTEENVETO RAKENTAMISVAIHEIDEN TYÖNTUTKIMUKSEL- LISESTA TÄRKEYSJÄRJESTYKSESTÄ

Rakentamisvaiheiden työntutkimustarvetta on tarkasteltu selvittämällä rakentamisvaiheiden kustannusten suuruus, tuottavuuden kehittyminen, suunnitelmien ja toteutuksen hyvyys. Työntutkimustarvetta on arvioitu kunkin tekijän perusteella erikseen. Tuloksia yhdistettäessä on käytetty painokertoimia, koska arviointiperusteet eivät ole samanarvoisia ja niiden perusteella saadut tulokset ovat luotettavuudeltaan erilaisia.

Menetelmätaso ja suunnitelmataso ovat periaatteessa samanarvoisia arviointiperusteita ja niiden avulla on pyritty selvittämään rakentamisvaiheiden rationalisointimarginaalia. Yksikkökustannusten hajonta kuvaa menetelmätasoa niin huonosti, että sitä ei voida käyttää työntutkimustarpeen arviointiin. Suunnitelmatason määrittäminen suunniteltujen ja toteutuneiden määrien, yksikköhintojen ja kustannusten perusteella kuvaa eri rakentamisvaiheiden suunnittelutarkkuutta suhteellisen hyvin ja sitä voidaan käyttää rakentamisvaiheiden työntutkimustarpeen arviointiin.

Rakentamisvaiheissa tapahtuneiden tuottavuuden muutosten

avulla suoritettu työntutkimustarpeen tarkastelu on epäluotettava johtuen tarkasteluvälin lyhyydestä ja lähtömateriaalin puutteista sekä indeksin jälkeenjääneisyydestä.

Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään taloudellisuusstandardien laadintaan tähtäävien työntutkimusten tarvetta ja koska taloudellisuusstandardeilla pyritään tuottavuuden nostamiseen ja kustannusten pienentämiseen, on työkustannusten perusteella tehty rakentamisvaiheiden työntutkimuksia koskeva tärkeysjärjestys tuloksiltaan luotettavin.

Tehtyjen selvitysten perusteella on rakennusvaiheet jaettu neljään työntutkimukselliselta tärkeydeltään erilaiseen ryhmään. Ryhmittely on suoritettu työkustannusten suuruuden perusteella ja sen jälkeen sitä on korjattu kolmen tekijän avulla:

- 1 taloudellisuuseron hajonnan suuruuden perusteella,
- 2 määräerojen jakautumamuotojen avulla määritetyn rakentamisvaiheen ajoituksellisen merkityksen perusteella,
- 3 haastattelututkimuksessa ja tuottavuuden muutosten tarkastelussa ilmenneiden työntutkimustarvetta osoittavien seikkojen perusteella.

Korjaustekijät voivat saada kolme arvoa +1, 0 ja -1.

Arvo +1 osoittaa keskimääräistä suurempaa tutkimustarvetta, arvo 0 keskimääräistä ja arvo -1 pienehköä tutkimustarvetta.

Korjaustekijöille on käytetty seuraavia painoja:

	paino
korjaustekijä 1	0,5
korjaustekijä 2	0,3
korjaustekijä 3	0,2

Taulukossa 2.3/1 on lopullinen rakentamisvaiheiden jako neljään ryhmään työntutkimuksellisen tärkeyden perusteella.

Taulukko 2.3/1 Rakentamisvaiheiden jako työntutkimustarpeen suhteen neljään tärkeysryhmään

N:o	Rakentamis- vaihe	Työkustannusten perusteella tehty jako	Korjaustekijä 1		Korjaustekijä 2		Korjaustekijä 3		Σ	Lopullinen tärkeysryhmä
			arvo	paino	arvo	paino	arvo	paino		
1	1510	I	-1	0.5	+1	0.3	0	0.2	1.2	I
2	9130	I	-1	0.5	0	0.3	-1	0.2	1.7	II
3	1620	I	0	0.5	0	0.3	0	0.2	1.0	I
4	1660	I	-1	0.5	0	0.3	0	0.2	1.5	I
5	1630	I	0	0.5	0	0.3	0	0.2	1.0	I
6	1410	I	-1	0.5	0	0.3	-1	0.2	1.7	II
7	1540	II	+1	0.5	-1	0.3	-1	0.2	2.0	II
8	1130	II	0	0.5	+1	0.3	+1	0.2	1.5	I
9	1610	II	0	0.5	0	0.3	0	0.2	2.0	II
10	1310	II	0	0.5	0	0.3	-1	0.2	2.2	II
11	1530	II	-1	0.5	+1	0.3	-1	0.2	2.4	II
12	1753	III	+1	0.5	0	0.3	0	0.2	2.5	II
13	1650	III	-1	0.5	0	0.3	0	0.2	3.5	III
14	1331	III	0	0.5	+1	0.3	0	0.2	2.7	III
15	1570	III	+1	0.5	-1	0.3	0	0.2	2.8	III
16	1640	III	+1	0.5	0	0.3	0	0.2	3.5	III
17	1334	III	+1	0.5	-1	0.3	0	0.2	2.8	III
18	1711	III	+1	0.5	0	0.3	0	0.2	2.5	II
19	1333	III	+1	0.5	0	0.3	+1	0.2	2.3	II
20	1520	III	0	0.5	+1	0.3	-1	0.2	2.9	III
21	1751	IV	0	0.5	0	0.3	0	0.2	4.0	IV
22	1721	IV	0	0.5	0	0.3	0	0.2	3.8	IV
23	1721	IV	0	0.5	0	0.3	0	0.2	4.0	IV
24	1740	IV	0	0.5	0	0.3	0	0.2	4.0	IV

2.4 TYÖVAIHEIDEN MERKITYKSEN TARKASTELU

Rakentamisvaihe koostuu tarkoin rajatuista osista, työvaiheista. Tienrakennustöissä työvaihe on työnosittelun tärkein osa. Työvaiheet voidaan ryhmitellä neljään ryhmään sen mukaan, minkälainen vaikutus niillä on rakentamisvaiheeseen (kuva 2.4/1).

1. valmistelevat työvaiheet,
2. työtä edistävät työvaiheet,
3. työtä ylläpitävät työvaiheet,
4. lopettavat työvaiheet.

Kuva 2.4/1 Työvaiheiden päätyypit, niiden esiintyminen työn kestossa sekä esimerkkejä maan leikkaus- ja pengerrystyön työvaiheista

Rakentamisvaihe (maan leikkaus ja pengerrys)		
VALMISTELEVAT TYÖVAIHEET (vtv) Esim. Koneen tuonti työpaikalle, työmaatien teko	Työtä edistävät työvaiheet (etv)	LOPETETTAVAT TYÖVAIHEET (lvt) Esim. Koneiden ja koppien poisvientä, työn jälkien siistiminen
	Esim. Irrotus Kuormaus Kuljetus Pengerrys Läjitys	
	} tai Siirto	
	Työtä ylläpitävät työvaiheet (ytv)	
	Esim. 1 Työn jatkumisen mahdollistavat työvaiheet (työmaatien korjaus) 2 Muuttavat työvaiheet (koneen varusteen vaihto työn aikana) 3 Huollot (koppien lämmitys)	
	Aika-akseli	

Rakentamisvaiheen sisältämistä työvaiheista ovat sekä rakentamisvaiheen keston että kustannusten synnyn kannalta tärkeimpiä työtä edistävät työvaiheet. Maanleikkaus- ja pengerrystyössä, joka on tyypillinen maamassojen käsittelyä sisältävä rakentamisvaihe, on valmistelevien, työtä ylläpitävien ja lopettavien työvaiheiden osuus alle kymmenen prosenttia kokonaiskustannuksista.

Edistävistä työvaiheista osa kuuluu johonkin työketjuun ja osa voidaan suorittaa itsenäisesti.

Maa- ja kivimassojen käsittelyä sisältävien rakentamisvaiheiden edistävät työvaiheet ovat:

- irrotus,
- kuormaus,
- kuljetus,
- siirto
- vastaanottokäsittely
- jalostus

Näistä kuormaus, kuljetus ja vastaanottokäsittely esiintyvät aina työketjuna. Irrotus voidaan suorittaa itsenäisenä,

mutta jalostus kuuluu tavallisimmin työketjuun. Työketjun osista voi periaatteessa mikä tahansa olla koko ketjun suoritusnopeuden määräävä minimitekijä. Käytännössä minimitekijän muodostaa aina joko kuormaus tai kuljetus. Kun tunnetaan näiden työvaiheiden kapasiteetit, suoritusketju voidaan tahdistaa ja määrätä työn kesto. Vastaanottokäsittely ja jalostus voivat muodostua minimitekijäksi, kun ne suoritetaan yhtäaikaaisesti samalla koneella, esimerkiksi suoritettaessa materiaalin levitys ja tiivistys puskulevyllä varustetulla kumipyöräjyrällä. Kuormaus- ja kuljetustyövaiheet ovat merkityksellisiä myös siksi, että ne esiintyvät kaikissa kallio- ja maamassojen käsittelyssä lähes samanlaisina. Kun niiden suorituskapasiteetit on selvitetty tarkasti jossakin työssä, voidaan ne määrittää muissa töissä melko pienellä tutkimusten määrällä. Myös vastaanottokäsittely toistuu samankaltaisena maa- ja kivimassojen käsittelyä sisältävissä rakentamisvaiheissa.

Maa- ja kalliomassojen käsittelyä sisältävät rakentamisvaiheet muodostavat tämän selvityksen perusteella noin 70...75 % tienrakennuksen kustannuksista, joten hallittaessa kuormauksen ja kuljetuksen kapasiteetit kyetään rakennuskustannukset suunnittelemaan 50...60 prosenttisesti.

Tärkeimpiä töitä, joiden suorituksessa kuormaus ja kuljetus eivät ole ajoituksellisesti ja kustannusten muodostumisen kannalta tärkeimpiä, ovat sidottujen kerrosten rakennustyöt ja kallioleikkaus.

3. MAARAKENNUSKONEIDEN KÄYTTÖÄ KOSKEVIEN TUTKIMUSTEN TÄRKEYSJÄRJESTYKSEN MÄÄRÄÄMINEN

3.1 TUTKIMUKSEN SUORITUSTAPA

Tutkimuksen koneita koskevassa osassa kartoitetaan ensin maarakennuskoneiden kapasiteettistandardien tarve ja tämän jälkeen määritellään näiden standardien laadintaan tarvittavien kapasiteetti- ja lisäaikatutkimusten määrä. Tutkimus on rajattu koskemaan tela- ja pyöräkuormaajia, puskutraktoreita, kaivukoneita, tiehöyliä ja traktorikaivureita. Koneita on tarkasteltu tie- ja vesirakennuslaitoksen suori- teryhmittelyn mukaisissa töissä.

Kapasiteettistandardien tarvetta ja tärkeysjärjestystä on selvitetty seuraavasti:

- tutkimalla koneiden käytön yleisyyttä saatavissa olevien koneiden määrien ja tie- ja vesirakennuslaitoksen käyttämien koneiden käyttötuntien ja tuntivuokrien avulla,
- tutkimalla kirjallisuuden ja haastattelujen avulla eri koneille soveltuvia töitä,
- tutkimalla haastatteluin, mistä standardista on eniten tarvetta,
- ottamalla huomioon rakentamisvaiheiden ja työvaiheiden työntutkimuksellinen tärkeysjärjestys ja
- selvittämällä ne koneet ja työt, joista on olemassa kapasiteettistandardit.

Tehtyjen kapasiteetti- ja lisäaikatutkimusten määrät on selvitetty työntutkimusarkistosta. Tutkimukset on ryhmitelty konekoon ja töiden perusteella. Niistä töistä, joissa tutkimusten määrä on ollut yli kaksikymmentä, on selvitetty tutkimusten määrät tärkeimpien muuttujien suhteen.

Tarvittavien kapasiteetti- ja lisäaikatutkimusten määrä on saatu vertaamalla standardien tarveselvitystä ja olemassa olevien tutkimusten määrää.

3.2 TUTKIMUSTULOKSET

3.21 Maarakennuskoneita koskevien tutkimusten tärkeysjärjestyksen määrittäminen kapasiteettistandardien tarpeen perusteella

3.211 Kapasiteettistandardit

Maarakennuskoneita koskevat kapasiteettistandardit (menetelmäkapasiteetti-, työvuorokapasiteetti ja työvaihestandardi) ovat ajoitusstandardeja (kuva 1.22/6). Menetelmäkapasiteettistandardi laaditaan kapasiteetti- ja lisäaikatutkimuksen avulla, työvuorokapasiteettistandardi laaditaan lisäaika- ja menekkitutkimuksen avulla ja työvaihestandardeja menekkitutkimuksen avulla. Työvuorokapasiteetti- ja työvaihestandardit ovat kapasiteetin suuruuden ja tarkkuuden suhteen varsin lähellä toisiaan; yleensä työstä laaditaan vain toinen näistä standardeista. Ku-
vissa 3.211/1-3 on esimerkkejä kapasiteettistandardeista.

3.212 Maarakennuskoneiden määrät ja koneiden käyttö tie- rakennustöissä

Maarakennuskoneiden määrästä ja määrän muuttumisesta ei ole olemassa luotettavia tilastoja. Eri tarkoituksiin on kuitenkin kerätty tietoja käytetyistä koneista ja koneille maksetuista vuokrista. Taulukossa 3.212/1 on esitetty eri lähteiden arvioita Suomen rakennuskonekannasta / 6; 19; 29; 30 /. Konekannan kehittymistä kuvaa käytettyjen maarakennuskoneiden ikäjakautuma (taulukko 3.212/2). Ikäjakautuman mukaan on havaittavissa selvää siirtymistä mekaanisista kaivukoneista (keski-ikä 9 v) hydraulisiin kaivukoneisiin (keski-ikä 3 v) sekä telakuormaajista (keski-ikä 8 v) pyöräkuormaajiin (keski-ikä 3 v). Telapuskukoneiden ja jyrien keski-ikä (9 v; 8 v) on suhteellisen korkea. Eri koneryhmissä on tapahtunut selvää siirtymistä pienistä koneista suuriin.

KUVA 3.211/1 Esimerkki kapasiteettistandardista
Työvuorokapasiteettistandardi


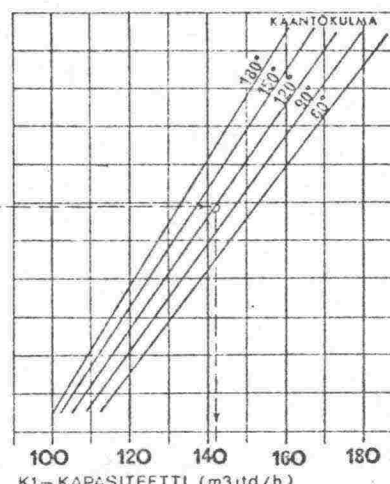
VALTION MAANAKENNUSALA	KALLION LEIKKAUS- JA POMMERRUSTYÖT	Virasto TVH KH VR KR	Sijoitus 1410	Rek.no 2659 2101 2197 2176																								
TYÖVUOROKAPASI- TEETTISTANDARDI	Kallion leikkaus KKH (08...25) K	Laatija TVH/J	12	71																								
LOUHEEN KUORMAUS	K3-KAPASITEETTI																											
MATERIAALI	LAADINTAPERUSTEET																											
Kallioulouhe, kuormausluokka (GEO): L2 = hienoksi tai keskikarkeaksi räjäytetty (< 60 cm) L3 = karkeaksi räjäytetty (> 60 cm) T4 = louhospenger, hieno tai keskikarkea	Työntutkimukset																											
MENETELMÄAIKA	K2-KAPASITEETTI (m3itd/h)																											
- varsinainen kuormaus - ylisuurten kivien sivuun siirto - siirtymiset rin- tauksessa - kuormauspaikan tasaus																												
TYÖVUORON LISÄAJAT	K3-KAPASITEETTI (m3itd/h)																											
- kahvitauot - häiriöt tahdistuk- sessa - työnjohdon ohjeet - pienehköt konehäi- riöt ja huollot - pienet ympäristö- häiriöt - tupakkataut	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kuormausluokka</th> <th>KKH 08</th> <th>KKH 12</th> <th>KKH 16</th> <th>KKH 20</th> <th>KKH 25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L2, T4</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>75</td> <td>90</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>L2...L3</td> <td></td> <td>45</td> <td>60</td> <td>75</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td></td> <td>35</td> <td>50</td> <td>65</td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table> <p>a2-KERROIN $\approx 0,80$</p>				Kuormausluokka	KKH 08	KKH 12	KKH 16	KKH 20	KKH 25	L2, T4	45	60	75	90	120	L2...L3		45	60	75	105	L3		35	50	65	85
Kuormausluokka	KKH 08	KKH 12	KKH 16	KKH 20	KKH 25																							
L2, T4	45	60	75	90	120																							
L2...L3		45	60	75	105																							
L3		35	50	65	85																							
KÄYTTÖESIMERKKI	<p>5 000 m3itd karkeahkoksi räjäytettyä louhetta (kuormausluokka L2...L3) kuorma- taan KKH 25K:lla. Kuinka kauan työ kestää?</p> <p>RATKAISU: K3-kapasiteetti voidaan laskea K2-kapasiteetin ja a2-kertoimen avulla, tai käytetään taulukon keskiarvokapasiteetteja.</p> <p> $K2 \approx 130 \text{ m3itd/h}$ $a2 \approx 0,80$ </p> <p> $K3 \approx 0,80 \times 130 \text{ m3itd/h} \approx 105 \text{ m3itd/h}$ </p> <p>Työn kesto $\frac{5\,000 \text{ m3itd}}{105 \text{ m3itd/h}} \approx 54 \text{ h} \approx 7 \text{ työvuoroa}$</p>																											

**KUVA 3.211/2 Esimerkki kapasiteettistandardista
Menetelmäkapasiteettistandardi**

VALTION MAANAKENNUSALA	LOUHEEN KUORMAUS	Käyttö	Sivulitus	Rak.no	
	218401	TVH VH VE KR	KKH 20	2657 2081 2177 2156	
	KKH 20	Laastija	TVH/J	12.	71

LOUHEEN KUORMAUS	K2-KAPASITEETTI
------------------	-----------------

MATERIAALI	LAADINTAPERUSTEET
Kallioliouhe, kuormausluokka (GEO): L2 = hienoksi tai keskikarkeaksi räjäytetty (≤ 60 cm) L3 = karkeaksi räjäytetty (> 60 cm) T4 = louhospenger, hieno tai keskikarkea	Työntutkimukset 37 kpl

PERUSAJAJOSAT	K1-KAPASITEETTI (m3itd/h)
<ul style="list-style-type: none"> - kauhan täyttö - kääntyminen kauha täynnä - kauhan tyhjennys - paluu kauha tyhjänä 	 

MENETELMÄN LISÄAJAT	a1-KERROIN															
<ul style="list-style-type: none"> - irroitus ja kasaus - ylisuurten kivien siirto sivuun - siirtyminen rintauksessa - kuormauspaikan tasaus - kuorman tasaus - odotus auton vaihdon aikana 	<table> <tr> <th>Louheen käyttö</th><th>GEO</th><th>a1</th></tr> <tr> <td>Penkereeseen tai läjitettäväksi</td><td>L2, T4</td><td>0,81</td></tr> <tr> <td></td><td>L3</td><td>0,76</td></tr> <tr> <td>Murskaus tai matala penger</td><td>L2</td><td>0,78</td></tr> <tr> <td></td><td>L3</td><td>0,72</td></tr> </table>	Louheen käyttö	GEO	a1	Penkereeseen tai läjitettäväksi	L2, T4	0,81		L3	0,76	Murskaus tai matala penger	L2	0,78		L3	0,72
Louheen käyttö	GEO	a1														
Penkereeseen tai läjitettäväksi	L2, T4	0,81														
	L3	0,76														
Murskaus tai matala penger	L2	0,78														
	L3	0,72														

KÄYTTÖESIMERKKI
Penkereeseen kuljetettavaa louhetta kuormataan KKH 20:llä. Kuormausluokka on L2...L3 ja rintausta keskimäärin 2,5 m. Mitä kuormauskapasiteettia käytetään autojen tahdistuksessa, kun kääntökulma on keskimäärin 120°?
RATKAISU: Autot mitoitetaan K2-kapasiteetin mukaan
K1 = 142 m3itd/h
a1 = 0,78 (L2...L3)
K2 = a1 x K1 = 0,78 x 142 m3itd/h = 110 m3itd/h

KUVA 3.211/3 Esimerkki kapasiteettistandardista
Työvaihekapasiteettistandardi

VALTION MAARAKENNUSALA TYÖVAIHESTANDARDI	ALUSTAVAT TYÖT	Virasto	Sijoitus	Rek.no	
	RAIVAUSTYÖT	TVH VH VR KR	1130	2620 2096 2192 2171	
		Laatija	TVH/J	3	71
TIEPOHJAN MUOTOILU O-TASAUKSESSA PT 25 R:llä		K3-KAPASITEETTI			
MATERIAALI		LAADINTAPERUSTEET			
Pintamaat ja leikkausmaat Kaivuluokat K:1 - K:3 (IVO)		Työntutkimukset PT 25 8 kpl PT 18 5 kpl			

<p>TYÖVAIHEAIKA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Varsinainen menetelmämukainen työaika: - roudan irroitus tarvittaessa repijällä - pintamaiden kasaaminen - sivuojien teko, tiepohjan leikkaus ja muotoilu valmiiksi, leikkausmaat levitetään tai kasataan tiepohjalle - Kahvitauot - Työnjohdon ohjeet ja korkeuksien tarkistus - Pienet konehäiriöt - Pienet ympäristöhäiriöt (esim. kivien ampuminen) - Tupakkatauot 	<p>K3-KAPASITEETTI (m²td/h)</p> <p>KAIVULUOKKA, IVO</p> <p>LEIKKAUSTA KESKIMÄÄRIN (m³ctr/m²tr)</p> <p>Keskimääräinen puskumatka 20 m</p>
---	--

<p>KÄYTTÖESIMERKKI</p> <p>Pintamaiden kasaaminen ja tiepohjan muotoilu on suoritettava PT 25:llä. Muotoiltavan alueen suuruus on 5700 m². Keskimääräinen leikkaussyvyys on 25 cm (sivuojien teko mukaanluettuna). Maan laatu: kantoja ja pintamaata (K:2), pohjamaa HtMr (K:3). Pintamaat ja leikkausmaat kasataan valmiiksi muotoilulle tiepohjalle.</p> <p>Mikä on työn kesto?</p> <p>Ratkaisu: - K3-kapasiteetti ≈ 235 m²td/h (kaivuluokka K:2 - K:3)</p> <p>- Työn kesto: $\frac{5700 \text{ m}^2\text{td}}{235 \text{ m}^2\text{td/h}} = 24 \text{ h} \approx 3$ työpäivää</p>
--

Taulukko 3.212/1 Suomen rakennuskoneiden määrät eri lähteiden mukaan

Tunnus/koneryhmä	TVH (1968) / 29 /	SRUL (1970) / 6 /	RIL (1971) / 19 /	1965-71 Suo- meen tuodut ja valmistetut koneet / 29 /	1961-67 Suo- maan tuodut ja valmistetut koneet / 30 /
KUP = pyöräkuormaajat	2500	n. 1000	1400	1725	1400
KU = telakuormaajat	400	450	400	330	700
KK = mekaaniset kaivukoneet	} 2200	750	400	360	750
KKH = hydrauliset kaivukoneet		600	800	1660	690
KKT = traktorikaivurit	3500	-	500	3400	4290
PT = telapuskukoneet	1600	1200	1400	820	1455
TH = tiehöylät	1100	1050	1200	570	595
J = jyrät	600	880	700	1045	575
LM = murskauslaitokset	150	250	120	405	-
AS = asfalttiasemat	} 150	100	120	41	-
ÖS = öljysora-asemat		50	-	0	-
TR = traktorit	-	-	-	59800	31670
KUT = traktorikuormaajat	-	1000...1500	-	5920	2190
KOT = kompressorit	2900	-	-	700	2755

KUVA 3.212/2 SRUL:n konekysely rakennuskoneiden ikä-jakautumasta.
Kysely perustuu 154 koneen otantaan.

Kone	Tyyppi	Keski-ikä	%-jakautuma
Mekaaniset kaivukoneet	kauhakoko alle 0.5 m ³	9	23
	0.5...1.0 m ³	10	54
	yli 1.0 m ³	6	23
	- keskiarvo	9 v	
Hydrauliset kaivukoneet	kauhakoko alle 0.5 m ³	4	38
	0.5...1.0 m ³	2	50
	yli 1.0 m ³	0	12
	- keskiarvo	3 v	
Pyöräkuormaajat	kauhakoko alle 1 m ³	2	30
	1... 2 m ³	3	40
	yli 2 m ³	5	30
	- keskiarvo	3 v	
Telakuormaajat	kauhakoko alle 1 m ³	-	-
	1... 2 m ³	8	100
	yli 2 m ³	-	-
	- keskiarvo	8 v	
Puskukoneet	paino alle 8 t	9	20
	8... 25 t	10	40
	yli 25 t	10	40
	- keskiarvo	9 v	
Tiehöylät		2 v	
Maansiirtoautot	- ei rekisteröitävät	2	27
	- rekisteröitävät	2	73
	- keskiarvo	2 v	
Traktoridumpperit		5 v	
Jyrät	- hinattavat	8	10
	- omalla moottorilla kulkevat	8	90
	- keskiarvo	8 v	
Poravaunut		1 v	
Ko ilman tuotto	4...7 m ³ /min	5	44
	yli 7 m ³ /min	4	56
	- keskiarvo	4 v	
Uiva maa- ja vesirakennuskalusto		8 v	
Tutkimuksessa koneita yhteensä 154		ka 6 v	

Kuvassa 3.212/3 on tie- ja vesirakennuslaitoksen omina töinä toteutettujen työmaiden koneiden määrät rakennuskausittain. Kaivukoneiden määrä on kasvanut 280 koneesta 630 koneeseen vuosina 1963...1970. Kaivukoneiden määrän voimakas kasvu johtuu hydraulisten kaivukoneiden tuloista markkinoille ja jatkuvasta käyttöalueen laajenemisesta. Kuormaajien määrässä on tapahtunut voimakasta kasvua 1960-luvun alussa; huippu saavutettiin 1966, jolloin koneiden määrän vuosikeskiarvo oli 550 konetta. Vuoden 1966 jälkeiseen laskuun on syynä telakuormaajien korvaaminen kaivukoneilla. Puskukoneiden vuosikeskiarvossa on havaittavissa pientä laskua; kausivaihtelu on suuri. Kompressorien määrässä on vuosikeskiarvo vuoden 1966 jälkeen ollut laskeva. Murskauslaitosten määrä on pysynyt lähes vakiona; pieni lasku johtuu laitosten koon ja työkoneiden suuruuden kasvusta. Tiehöylien määrä on noussut voimakkaasti vuoteen 1968 asti, määrän lisäys on tapahtunut lähinnä kunnossapitotehtävissä, joissa lanaus on korvattu höyläyksellä. Kuorma-autojen määrä on laskenut jonkin verran vuoden 1966 jälkeen, mikä johtuu autojen kantavuuden ja tehon kasvusta. Tiivistyskoneiden määrä on pysynyt nelivuotiskauteen 1966 - 1970 tasaisena. Kokonaisvaihtelu tiivistyskaluston kohdalla on huomattavan suurta johtuen tiivistystyön keskittymisestä lämpöisiin työskentelykuukausiin.

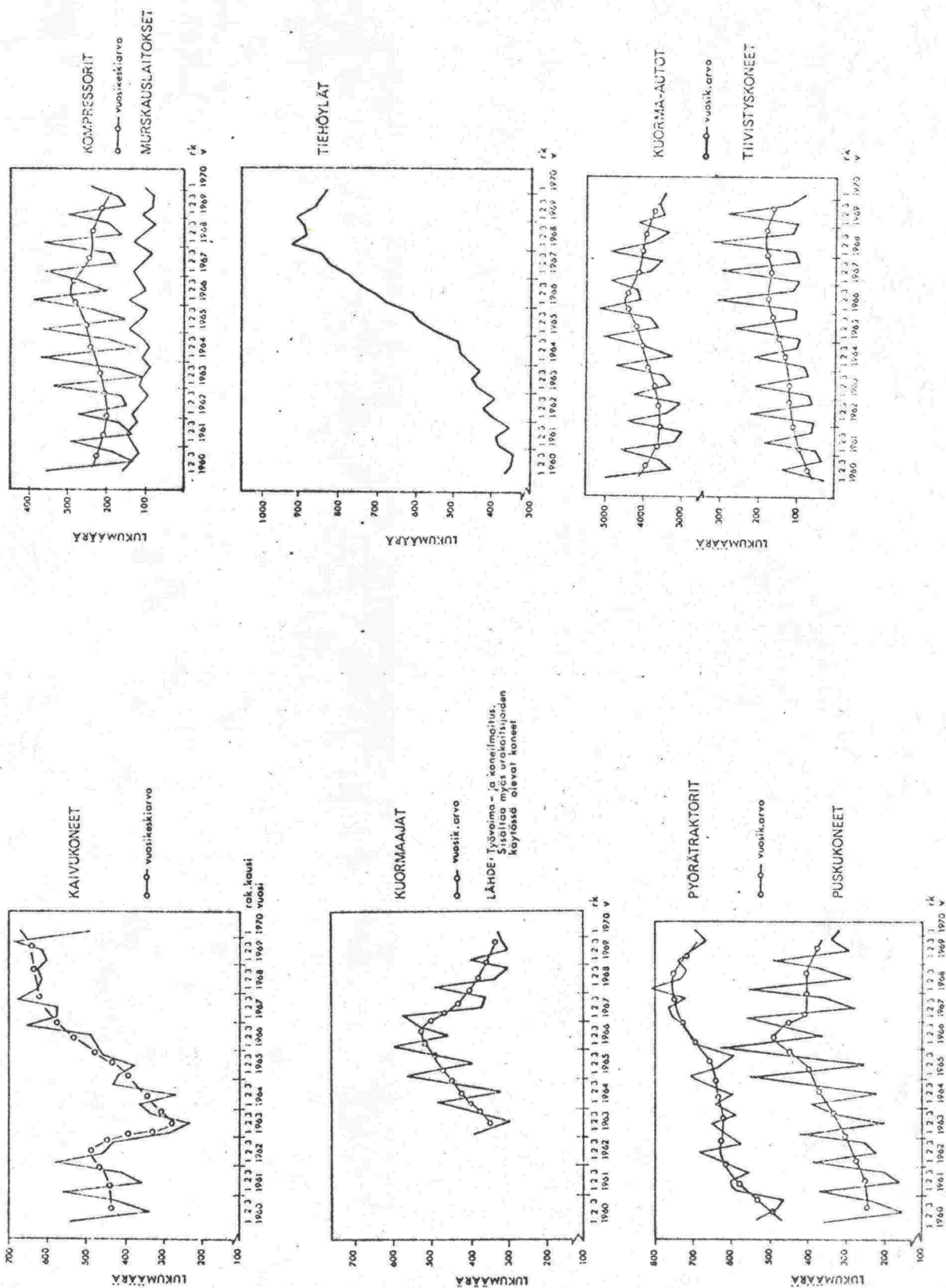
Taulukossa 3.212/4 on esitetty tie- ja vesirakennuslaitoksen omassa johdossa olleiden työmaiden vuokrakoneille maksetut vuokrat vuosilta 1969 ja 1972 sekä tierakennusindeksin perusvuoden 1965:n vuokrien prosenttijakautuma.

Maksettujen vuokrien määrä on kohonnut vuodesta 1969 vuoteen 1972 45 prosenttia. Tierakennustöiden vuokrakoneiden osaindeksi on noussut samana aikana lähes yhtä paljon, joten koneiden käyttö on pysynyt vastaavana aikana suunnilleen samalla tasolla. Eri koneryhmien vuokrien jakautumien perusteella voidaan todeta:

- puskukoneiden ja telakuormaajien käyttö on vähentynyt voimakkaasti

KUVA 3.212/3

Työkoneet TVL:n alaisilla työmailla ja tie-
mestaripiireissä vuosina 1960 - 1970 raken-
nuskausittain keskimäärin sekä vastaavat
vuosikeskiarvot



- kaivukoneiden käyttö on jatkuvasti kasvanut,
- muiden koneiden käytössä ei ole tapahtunut voimakkaasti muutoksia.

Taulukko 3.212/4. Tie- ja vesirakennuslaitoksen omassa johdossa tehdyissä tierakennustöissä maksetut konevuokrat vuosina 1965, 1969 ja 1972 ja työtunnit vuonna 1972

Koneryhmät	Tierakennusindeksi 1965	Vuokrat 1969		Vuokrat 1972		Käyttötunnit 1972	
	%	milj.mk	%	milj.mk	%	1000 h	%
Puskukoneet	31	19,1	31	19,9	22	518	21
Kaivukoneet	8	12,5	20	24,5	27	501	20
Pyöräkuormaat	17	9,8	16	16,5	19	395	16
Tiivistyskoneet	6	5,3	9	6,8	8	236	9
Tiehöylät	7	3,8	6	5,8	6	123	5
Kompressorit	6	3,1	5	3,2	4	97	4
Traktorikaivurit	5	3,0	5	6,6	7	284	11,5
Telakuormaat	13	2,7	4	1,0	1	26	1
Pyörätraktorit	7	1,7	3	4,3	5	280	11,5
Maut	-	0,4	1	0,5	1	20	1
Yhteensä	100	61,4	100	89,1	100	2480	100

Kolmen suurimman koneryhmän kaivukoneiden, pyöräkuormajien ja puskukoneiden osuus on maksetuista vuokrista lähes 70 % ja työtunneista noin 60 %. Koska tierakennustöiden kestoltaan pitkäaikaisten töiden suoritusnopeus riippuu näiden koneiden kapasiteeteista, on näiden koneyhdistelmien kapasiteettien tarve muita suurempi. Kolmen suurimman koneryhmän väliset erot ovat suhteellisen vähäisiä, kaivukoneiden käyttö tulee todennäköisesti edelleen lisääntymään ja puskukoneiden vähenemään, joten kaivukoneiden kapasiteettitiedot ovat jonkinverran puskukoneiden kapasiteettitietoja tärkeämpiä. Toisaalta pienten puskukoneiden työssäoloaika levitystyössä määräytyy kuormaustyön kestosta.

Taulukossa 2.212/5 on esitetty käyttötuntien ja vuokrien jakautuma konekoottain eri koneryhmissä,

Hydraulisilla kaivukoneilla pääosa vuokrasta kohdistuu kolmelle konekoolle, kahdeksan, kahdentoista ja kuudentoista tonnin koneille. Maksettujen vuokrien perusteella ryhmät ovat suunnilleen yhtä merkityksellisiä. Käyttötunnit jakautuvat näille koneille epätasaisemmin; kahdeksan tonnin koneiden tuntimäärä on lähes 40 % kaikista hydraulisten kaivukoneiden tunneista. Kausivaihtelu on hydraulisten kaivukoneiden käytössä vähäistä, kun taas kuvan 3.212/3 mukaan vaihtelu on melko suuri. Suurten koneiden ($> 25,01$ t) käyttö on vielä hyvin vähäistä. Jos oletetaan yhden koneen vuotuiseksi käyttötuntimääräksi 1800 h, niin työmailla olevien koneiden käyttö-tuntimäärä vastaa 6...7 konetta. Keskikokoisten (08...16 tonnia) koneiden lukumäärä on vastaavalla tavalla laskettuna 130...135 kappaletta.

Pyöräkuormaajien joukossa yhdentoista tonnin koneet muodostavat selvästi suurimman ryhmän. Niiden osuus sekä tunneista että vuokrasta on 35...40 %. Seuraavaksi eniten käytetyt pyöräkuormaajat ovat 9 ja 14 tonnin painoisia koneita. Suuria koneita (> 25 t) käytetään hyvin vähän. Tuntimäärien perusteella arvioituna niitä on ollut käytössä yksi tai kaksi kappaletta, kun 11 tonnin koneita on ollut noin 85 kappaletta.

Puskukoneiden kohdalla yli puolet käyttötunneista ja vuokrasta tulee kahdeksan tonnin konekoolle. Seuraavaksi käytetyimmät konekoot ovat 5, 18 ja 25 tonnin koneet. Puskukoneiden käyttötuntien määrästä näkyy selvästi koneen kahdenlaatuinen käyttö. Isoja koneita (> 18 t) käytetään pääasiassa talvisin irroitus- ja siirtotyössä; kesäisin niiden käyttö on vähäistä. 5 ja 8 tonnin koneita käytetään levityskoneina, mistä johtuen niiden käyttö on varsin tasaista.

Traktorikaivurit on kauhakoon perusteella jaettu kolmeen

luokkaan. Näistä keskiluokka on selvästi suurin. Traktori-kaivuri on pääasiassa kesäkone: käyttö on kaksinkertainen kesäkaudella talvikäyttöön verrattuna. Tiehöylyistä käytetään vain raskaimpia rakennustöissä ja niitäkin eniten vain kesäisin. Telakuormaajien käyttö on tällä hetkellä hyvin vähäistä. Niiden lukumäärä tuntien perusteella on 15...20 konetta.

Taulukko 3.212/5 Tie- ja vesirakennuslaitoksen omissa töissä käyttämien koneiden tuntimäärät ja maksetut vuokrat vuonna 1972

Kone-ryhmä ja konekoko	1.1...30.4.1972				1.5...31.8.1972				1.9...31.12.1972			
	Tunnit 100 h	%	Vuokrat 1000 mk	%	Tunnit 100 h	%	Vuokrat 1000 mk	%	Tunnit 100 h	%	Vuokrat 1000 mk	%
KK 00	54	16	110	11	37	31	123	24	49	27	190	23
13	62	29	240	23	38	32	158	31	49	27	206	25
18	82	38	436	42	25	21	117	23	64	35	312	37
27	25	11	154	15	9	8	56	11	9	5	62	7
40	10	5	60	6	9	8	51	11	11	6	70	8
60	2	1	30	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	215	100	1030	100	118	100	505	100	182	100	840	100
KEH 00	14	1	42	1	14	1	37	1	2	1	7	1
08	516	40	1828	29	566	42	2013	32	62	34	230	24
12	361	28	1694	26	410	30	1964	30	57	31	288	31
16	277	21	1644	26	257	19	1570	25	44	24	273	29
20	81	6	639	10	72	5	544	9	14	7	91	10
25	52	4	486	8	25	2	217	3	5	3	44	5
35	5	0	17	0	2	1	12	0	-	-	2	-
Σ	1306	100	6333	100	1349	100	6357	100	184	100	936	100
KKT 00	78	14	151	13	123	11	252	10	146	12	33	11
25	308	56	658	56	631	60	1408	58	712	58	165	56
35	161	30	373	31	303	29	762	32	368	30	87	33
Σ	547	100	1182	100	1057	100	2422	100	1226	100	295	100
KUP 00	83	6	174	3	99	8	211	4	100	7	218	3
06	114	9	308	5	107	9	308	7	185	13	558	9
09	244	18	848	15	258	21	878	19	266	19	963	16
11	536	40	2352	41	465	39	1814	40	500	35	2156	36
14	243	18	1340	23	219	18	1056	23	243	17	1355	22
18	108	9	710	12	57	5	315	7	123	9	641	14
25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
30	4	0	30	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	1332	100	5764	100	1205	100	4533	100	1418	100	6123	100
KU 00	1	1	1	0	-	-	-	-	2	4	4	2
05	1	1	3	1	3	6	6	3	4	8	10	5
07	8	8	21	4	3	5	7	3	1	2	4	2
09	2	2	6	1	7	14	26	12	9	18	13	15
11	48	48	213	38	23	46	85	40	23	44	85	40
13	1	1	7	1	5	10	23	11	2	4	13	16
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	100	100	554	100	109	100	211	100	51	100	214	100
PT 00	117	6	251	3	75	5	157	4	82	4	180	3
05	374	21	862	12	332	25	771	17	354	18	674	11
08	902	50	2677	37	777	58	2362	53	1090	55	3543	45
10	58	3	211	3	35	3	141	3	90	4	368	4
14	41	2	227	3	26	2	148	3	65	3	373	4
18	208	11	1503	21	61	4	434	10	200	10	1537	19
25	136	7	1498	20	36	3	381	9	100	5	1210	15
38	8	0	72	1	5	0	47	1	7	1	71	1
Σ	1844	100	7301	100	1347	100	4440	100	1988	100	8176	100
TH 00	6	2	19	2	3	1	7	0	4	1	18	1
07	3	1	9	1	4	1	11	0	10	3	26	2
10	83	29	294	25	147	26	616	23	68	18	286	16
13	194	68	870	72	393	72	2057	77	268	72	1290	75
16	-	-	-	-	-	-	-	-	20	6	115	6
Σ	286	100	1192	100	553	100	2691	100	370	100	1795	100

3.213 Maarakennuskoneille soveltuvat työt

Tässä selvityksessä mukana olevat koneet jakaantuvat kahteen päätyyppiin: maanleikkaus- ja kuormauskoneisiin.

Kaivukoneen pääasiallisena tehtävänä ovat kaivu- ja kuormaustyöt. Kauhan tyhjennyspaikkana voi olla kuljetusväline tai kaivupaikan vierialue. Kone soveltuu kuormaustehtäviin seuraavissa töissä: / 19 /

- kallio- ja maamassojen kaivu ja kuorma leikkauksista ja varamaapaikoista
- ojien ja purojen kaivu ja perkaus
- raivausmaiden kuorma joko raivauskasoista tai suoraan maan pinnalta
- rumpukuoppien, viemärikanavien yms. kaivantojen teko.

Lisäksi kaivukonetta voidaan käyttää paalutuskoneena ja nosturina pienissä nostotehtävissä. Eri töiden soveltuvuus kaivukoneelle riippuu siitä, onko kyseessä mekaaninen vai hydraulinen kone ja koneen kaivuvarusteista.

Kuokkakauha on tyypillisin hydraulisen kaivukoneen kaivulaite ja sitä käytetään seuraavissa töissä: / 20, 21 / raivaustyöt

- kuorma raivauskasoista
- irroitus- ja kuorma ilman erillistä kasaanpuskua ja kuormaustyö

avo-ojitus, jokien ja purojen perkaus

- kuorma ajoneuvoon
- kuorma sivuun

salaojitus- ja sadevesiviemärintityöt

- ojien kaivu
- kaivorenkaiden nostotyö

rumputyöt

- rumpumontun kaivu
- rumpurenkaiden asennus

kallion leikkaus

- kalliopinnan puhdistus
- louheen kuorma
- louheylipenkereen poisto

maan leikkaus ja kuormaus

- kaivu ja kuormaus
- pehmeän perusmaan poisto
- varamaiden kuormaus

liikennevalaistuksen teko

- kuoppien kaivu
- kaapeliojien kaivu

verhoukset

- soraverhous
- ruokamullan levitys.

Pistokauhalla varustetut hydrauliset kaivukoneet ovat olleet käytössä vasta 2 - 3 vuotta ja niitä on maassamme toistaiseksi vain muutama kappale. Pistokauha soveltuu seuraaviin töihin: / 20 /

raivaustyöt

- kuormaus raivauskasoista
- irroitus ja kuormaus ilman erillistä kasaanpuskua

kallion leikkaus

- louheen kuormaus
- louheylipenkereen poisto

maan leikkaus ja kuormaus

- kaivu ja kuormaus
- varamaiden kuormaus.

Hydraulinen kaivukone voidaan myös varustaa kourakauhalla, mutta sen käyttö tierakennustöissä on hyvin vähäistä.

Hydraulisten koneiden käyttöä eri töissä osoittavat taulukossa 3.213/1 esitetyt luvut. Ne on saatu Turun piirissä tehdystä kymmenen hanketta käsittävästä otoksesta, jossa on tarkasteltu puskukoneiden, pyöräkuormaajien ja hydraulisten kaivukoneiden käyttöä eri töissä vuoden 1972 aikana. Taulukossa on ilmoitettu myös keskimääräinen konekoko eri töissä. Lukuja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että otoksen suoriteryhmiä kustannusosuudet poikkeavat tie- ja vesirakennuslaitoksen koko tierakennustoiminnan perusteella lasketuista suoriteryhmiä kustannusosuuksista.

Taulukko 3.213/1 Hydraulisten kaivukoneiden, pyöräkuormajien ja puskukoneiden käyttö Turun piirin eräillä työmailla vuonna 1972

Littera	Hydraulinen kaivukone		Pyöräkuormaja		Puskukone		Litteran osuus %	
	käyttötunnit %	konekoko	käyttötunnit %	konekoko	käyttötunnit %	konekoko	kustannusanalyyysi	otos
1130	3	KKH 12	8	KUP 11	6	PT 08	5	5
1310	25	KKH 08	1	KUP 09	5	PT 08	3	8
1510	43	KKH 12	5	KUP 11	16	PT 08	17	21
1530	7	KKH 08	33	KUP 09	8	PT 08	11	8
1540	2	KKH 08	2	KUP 11	37	PT 05	3	5
1610	3	KKH 12	26	KUP 09	9	PT 08	13	6
1620	2	KKH 12	9	KUP 11	7	PT 05	17	6
1630	0	KKH 08	3	KUP 11	0	PT 05	17	5
1750	11	KKH 12	7	KUP 06	9	PT 05	3	4
9130	4	KKH 12	6	KUP 09	3	PT 10	11	32
Σ	100	—	100	—	100	—	100	100

Suurimmat erot ovat murskaustöissä ja kerrosten rakentamisessa.

Mekaanista kaivukonetta käytetään tienrakennustöissä melko vähän, koska sen kapasiteetti on pieni. Mekaanisille kaivukoneille soveltuvat samat työt kuin hydraulisille kaivukoneille. Suuren irroitusvoimansa ja ison kauhansa vuoksi mekaanista kaivukonetta käytetään louheen kuormaukseen suurien ja vaikeiden maanleikkausten tekoon ja pehmeän perusmaan poistoon. Paalutuskoneina käytettävät kaivukoneet ovat kaikki mekaanisia.

Traktorikaivuri on yleistraktoriin kiinnitettävä hydraulisesti toimiva kaivulaite. Traktorikaivuria käytetään seuraavissa töissä: / 19 /

- ojien ja purojen kaivu ja perkaus,
- rumpukuoppien, viemärikanaalien yms. kaivantojen teko,
- kalliopinnan puhdistus ja
- pylväskuoppien kaivu.

Pyöräkuormajat soveltuvat nopeutensa ja helpon siirrettävyytensä vuoksi työmaille, joissa on useita erillisiä pieniä työkohteita. Pyöräkuormajan pääasiallisin käyttöala

tierakennustöissä on maa- ja kalliomassojen kuormaus kuljetusvälineeseen tai materiaalin jalostuslaitokselle. Suuria pyöräkuormaajia käytetään myös maamassojen siirtoon suoraan maanleikkauksesta penkereeseen. Varsinaisten maaleikkaus- ja louheenkuormaustöiden lisäksi pyöräkuormaajaa käytetään:
/ 19, 22 /

- rumpukuoppien ja kaivantojen tekoon,
- kasaanpuskettujen raivausmaiden kuormaukseen,
- pehmeiden pintamaiden (esim. ruokamullan) kasaukseen ja kuormaukseen,
- pieniin tasoitus- ja viimeistelytöihin,
- kerrosmateriaalin levitykseen ja
- tilapäisiin nostotehtäviin kuten rumpuputkien nostoon ja murskauslaitosten pystytykseen.

Telakuormaajan ja pyöräkuormaajan suurimpana erona käyttöä ajatellen on niiden liikkumisnopeus; telakuormaaja on huomattavasti pyöräkuormaajaa hitaampi. Tämän vuoksi telakuormaajaa ei käytetä töissä, jotka edellyttävät materiaalin kantamista. Suuren irroitusvoimansa vuoksi telakuormaajaa käytetään louheen, kovien moreenimaiden ja jäätyneen maan kuormaukseen sekä pintamaan irroitukseen ja kuormaukseen. Muissa töissä telakuormaajaa ei juuri käytetä.

Puskukoneiden pääasiallisimmat käyttöalat maarakennustöissä ovat: / 19, 24 /

- raivaustyöt,
- maaleikkaus ja siirto,
- maan irroitus ja kasaus,
- tasoitus- ja levitystyöt,
- viimeistelytyöt ja
- ojien ja kaivantojen teko.

Puskukonetta voidaan käyttää raivaustöissä seuraavissa työvaiheissa: / 19 /

- erillinen kivien ja kantojen irroitus ja kasaus,
- pintamaiden irroitus ja kasaus,
- kallion pinnan puhdistus,

- ns. 0-tasauksen tarpeelliset pohjan muotoilut,
- pengeralustan painanteiden, kuoppien ja sarkaojien tasaus.

Maanleikkaustöissä puskutraktori suorittaa materiaalin irrotuksen, siirron ja levityksen. Puskukonetta käytetään myös maanleikkauksissa apukoneena irrottamaan ja kasaamaan materiaalia erilliselle kuormauskoneelle.

Tiehöyliä käytetään tienrakennustöissä pääasiassa kerrostien teon yhteydessä tasoitus- ja viimeistelytöissä. Tiehöyliä voidaan myös käyttää: / 19 /

- raivaustöissä pintamaan kuorintaan ja kasaukseen,
- maanleikkaustöissä pohjan ja luiskien tasaukseen ja muotoiluun ja
- penkereiden teossa pengermateriaalin levitykseen ja penkereen ja luiskien tasaukseen.

3.214 Haastattelututkimus kapasiteettistandardien tarpeesta ja olemassa olevat kapasiteettistandardit

Nykyisen tyyppisiä kapasiteettistandardeja on ollut työnsuunnittelua suorittavien henkilöiden käytössä vasta pari vuotta. Tänä aikana ei ole suoritettu mitään laajempaa selvitystä siitä, mistä koneista ja töistä suunnittelusta vastaavat henkilöt pitävät tärkeänä saada standardeja. Tästä syystä suoritettiin kapasiteettistandardien tarpeesta suppea kysely. Haastateltavia oli kaikkiaan kaksitoista, joista kolme oli työntutkijoita ja loput työpäälliköitä ja työnsuunnittelumestareita. Kun haastattelu jouduttiin suorittamaan kirjallisena, laadittiin vastaamisen ja tulosten tarkastelun helpottamiseksi taulukot, joihin vastaukset voitiin merkitä rasteilla. Vastaustaulukoihin otetut koneille merkityt työt laadittiin luvun 2.213 selvityksen perusteella, mutta ne eivät olleet mitenkään sitovia, vaan haastateltavia pyydettiin lisäämään vastauslomakkeisiin työt, joita he pitivät tärkeinä ja joista ei ollut standardeja olemassa. Vastaukset on esitetty taulukossa 3.214/1, 1b.

Kone	Työn nimi	Standardia pitänyt tarpeellisenä (kpl)	Olemassa olevat standardit
		Konekoot	
PT		00 05 08 10 14 18 25 38	00 05 08 10 14 18 25 38
	Pintamaiden irroitus ja kasaus	0 0 6 4 8 5 1 0	x x
	Kivien irroitus ja kasaus	0 0 0 6 2 8 2 0	
	O-tasaustyöt	0 0 0 2 15 3 2 0	x x
	Kalliopinnan paljastus	0 0 5 5 14 7 4 0	x x
	Sarkaojien yms. pain. luiskaus ja tas.	0 0 3 2 2 4 1 0	x x x x x
	Irroutustyö leikkauksessa	0 0 0 0 6 14 14 0	
	Irroutus ja siirto	0 0 0 0 15 5 4 0	
	Penger- ja kerrosmater. lev., tas. ja läj.	1 17 18 14 0 0 0 0	
	Luiskien viimeistely	2 14 14 15 11 15 0 0	
	Ojien teko	0 0 0 0 0 0 1 0	
KKH pisto		00 08 12 16 20 25 35 -	00 08 12 16 20 25 35 -
	Kaivu ja kuormaus	0 4 5 8 22 18 17	
	Ojien kaivu	0 0 0 0 0 0 0	
	Ojien kaivu ja kuormaus	0 0 0 0 0 0 0	
	Raivausmaiden kuormaus kasasta	0 3 0 0 11 9 9	
	Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	0 0 0 0 2 2 0	
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	0 0 0 0 0 0 0	
	Louheen kuormaus	0 0 0 1 1 1 8	x x
	Kalliopinnan paljastus	0 0 0 0 0 0 0	
	Massanvaihtoon liitt. leikkaus	0 0 0 0 0 0 0	
KKH kuokka		00 08 12 16 20 25 35 -	00 08 12 16 20 25 35 -
	Kaivu ja kuormaus	2 - - - - 5	x x x x x
	Ojien kaivu	4 12 9 9 2	
	Ojien kaivu ja kuormaus	5 23 19 19 6	
	Raivausmaiden kuormaus kasasta	0 1 5 8 2 2	
	Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	- - - - -	x x x x x
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	3 14 18 10 6 2	
	Louheen kuormaus	- - - - - 4	x x x x x
	Kalliopinnan paljastus	- - - - - 2	x x x x x
	Massanvaihtoon liitt. leikkaus	- - - 9 5	x x x
KK pisto		00 13 18 27 40 60 - -	00 13 18 27 40 60 - -
	Kaivu ja kuormaus	0 0 0 2 4 1 0 0	
	Ojien kaivu	0 0 0 0 0 0 0 0	
	Ojien kaivu ja kuormaus	0 0 0 0 0 0 0 0	
	Raivausmaiden kuormaus kasasta	0 0 0 0 0 0 0 0	
	Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	0 0 0 0 0 0 0 0	
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	0 0 0 0 0 0 0 0	
	Louheen kuormaus	0 0 0 0 - - 0 0	x x
	Kalliopinnan paljastus	0 0 0 0 0 0 0 0	
	Massanvaihtoon liitt. leikkaus	0 0 0 0 0 0 0 0	

Taulukko 3.214/1b Haastattelututkimus kapasiteettistandardi-
tarpeen määrittämiseksi

Kone	Työn nimi	Standardia pitänyt tarpeellisenä (kpl)	Olemassa olevat standardit
		Konekoot	
KK veto		00 13 18 27 40 60	00 13 18 27 40 60
	Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	15 16 18 6	
KK kuokka		00 13 18 27 40 60 - -	00 13 18 27 40 60 - -
	Kaivu ja kuormaus	2 5	
	Ojien kaivu		
	Ojien kaivu ja kuormaus		
	Raivausmaiden kuormaus kasasta		
	Raivausmaiden irroitus ja kuorm.		
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko		
	Louheen kuormaus	- -	x x
	Kalliopinnan paljastus	1 2	
	Massanvaihtoon liitt. leikkaus	- - 2	x x
KUP		00 06 09 11 14 18 25 33	00 06 09 11 14 18 25 33
	Maan leikkaus ja kuormaus tai siirto	2 - - - - 9	x x x x x
	Louheen kuormaus tai siirto	- - - - 4	x x x
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko		
	Raivausmaiden kuorm. tai siirto kasasta	3 - - - - 5 5	x x x x
	Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	9 6 6 7	
	Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt	1 1	
	Kerrosmateriaalin levitys	2 15 10 5 4	
	Nostotyöt, esim. rumpuputkien yms.	1 1	
KU		00 05 07 09 11 13 17 22	00 05 07 09 11 13 17 22
	Maan leikkaus ja kuormaus tai siirto	- - - - -	x x x x x x
	Louheen kuormaus tai siirto	- - - - -	x x x x x x
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko		
	Raivausmaiden kuorm. tai siirto kasasta	- - - - -	x x x x x x
	Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	- - - - -	x x x x
	Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt		
	Kerrosmateriaalin levitys		
	Nostotyöt, esim. rumpuputkien yms.		
TH		00 07 10 13 16 - - -	00 07 10 13 16 - - -
	Pintamaan kuorinta ja kasa	2 1	
	Maan leikk. pohjan ja luiskien tas. ja muut	23 23	
	Pengermat. levitys ja tasaus	8 8	
	Kerrosmat. levitys ja tasaus	15 -	x
	Kerrosmat. muotoilu ja tasaus	22 10	x
	Ojien viimeistely		
	Pengerluiskien viimeistely (luiskasiin)	18 16	
	Ruokamullan levitys luiskiin	16 18	
	Lumen poisto	22 21	
KEK		00 25 35 - - - - -	00 25 35 - - - - -
	Ojien kaivu, massat sivuun	3 3 9	
	Ojien kaivu, massat autoon	5 18 22	
	Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	2 20 22	
	Kalliopinnan puhdistus	2 20 22	
	Pylväskuoppien kaivu	13 20 3	

Koneista ja töistä julkaistut kapasiteettistandardit on selvitetty standardikansioista ja vuoden 1973 alussa painettavat standardit on kerätty painatusohjelmasta (taulukko 3.214/2). / 25 / Standardilehtien lukumäärän perusteella ei standardien peittävyttä voida arvostella, koska yhdellä lehdellä oleva standardi on käyttökelpoinen useissa samankaltaisissa töissä ja standardissa on tietoja yhdestä tai useammasta konekoosta. Tästä johtuu, että taulukkoon 3.214/2 merkittyjen olemassaolevien standardien määrä on huomattavasti suurempi kuin julkaistujen standardilehtien määrä.

Taulukko 3.214/2 Maarakennuskoneista julkaistujen kapasiteettistandardilehtien määrä

Kone-ryhmä	K2-kapasiteettistandardilehtien määrä	K3-kapasiteettistandardilehtien määrä	Työvaiheen K3-kapasiteettistandardilehtien määrä
Kaivukoneet	4	2	-
- mekaaniset	10	4	-
- hydrauliset			
Pyöräkuormaajat	8	4	-
Telakuormaajat	6	4	-
Puskukoneet	4	5	5
Tiehöylät	1	1	-
Traktorikavurit	-	-	-
Yhteensä	33	20	5

Tähän mennessä julkaistujen standardien kohdistaminen on onnistunut suhteellisen hyvin: yleisimmistä koneista, konekoosta ja töistä on olemassa standardit. Telakuormaajista on koneen käyttöä ajatellen tehty standardeja paljon, samoin murskauslaitosten osien kapasiteettistandardeja on suhteellisen runsaasti laitoksille maksettujen vuokrien

perusteella arvosteltuna.

Traktorikaivureista ei ole olemassa vielä ainoatakaan standardia, vaikka konetta käytetään melko runsaasti.

3.215 Yhteenvedo kapasiteettistandardien tarpeesta

Kapasiteettistandardeilla pyritään vähentämään työnsuunnitteluun ja -järjestelyyn tarvittavaa aikaa ja parantamaan suunnitelmien laatutasoa sekä nostamaan konetyön tuottavuutta. Säästöjä syntyy työssä tällöin kolmea kautta:

- aikasidonnaiset kustannukset vähenevät
- suoriteyksikkösidonnaisiin kustannuksiin kohdistuva hintapaine pienenee
- suunnittelu- ja valvontahenkilökuntaa tarvitaan vähemmän.

Jos olisi mahdollista määrätä saavutettavat säästöt, voitaisiin helposti laskea tutkimustyön määrä, joka koneisiin eri töissä kannattaisi uhrata. Käytännössä säästöjen määrittäminen on hankalaa ja perustuisi paljolti arvioille ja arvailulle. Tämän vuoksi on oletettu, että saavutettavat säästöt ovat riippuvaisia tarkasteltavan koneen ja työn tärkeydestä ja määritetty kapasiteettistandardien tarve näiden ja haastattelututkimusten tulosten avulla.

Työt on luokiteltu tärkeysluokkiin työvaihetyypin, työn toistuvuuden ja ajoituksellisen merkityksen perusteella. Työvaihetyypin perusteella työt jaetaan kahteen luokkaan. Luokkaan yksi kuuluvat edistävät työvaiheet, ne saavat pistearvon yksi työn tärkeyttä arvosteltaessa. Luokkaan kaksi kuuluvat aloittavat, lopettavat ja ylläpitävät työvaiheet, ne saavat pistearvon kaksi. Työn toistuvuus on määritetty ryhmätyönä. Toistuvuuden perusteella työ saa pistearvon 1 tai 2 riippuen siitä onko työ yleinen vai harvinainen. Työn ajoituksellinen merkitys on myöskin arvosteltu pistein yksi tai kaksi. Pistearvo yksi merkitsee,

että työ on ajoituksellisesti määräävä siinä toimintakokonaaisuudessa, johon se kuuluu. Pistearvo kaksi merkitsee, että työ ei ole ajoituksellisesti määräävä toimintakokonaaisuudessa tai että se voidaan suorittaa itsenäisesti muista töistä riippumattomana. Työn tärkeysluokka saadaan laske-
malla pistearvot yhteen ja muodostamalla summan perusteella kolme luokkaa siten, että summa 3 vastaa tärkeysluokkaa 1, summa 4 luokkaa 2 sekä summat 5 ja 6 luokkaa 3. Saadut tulokset on esitetty taulukossa 3.215/1.

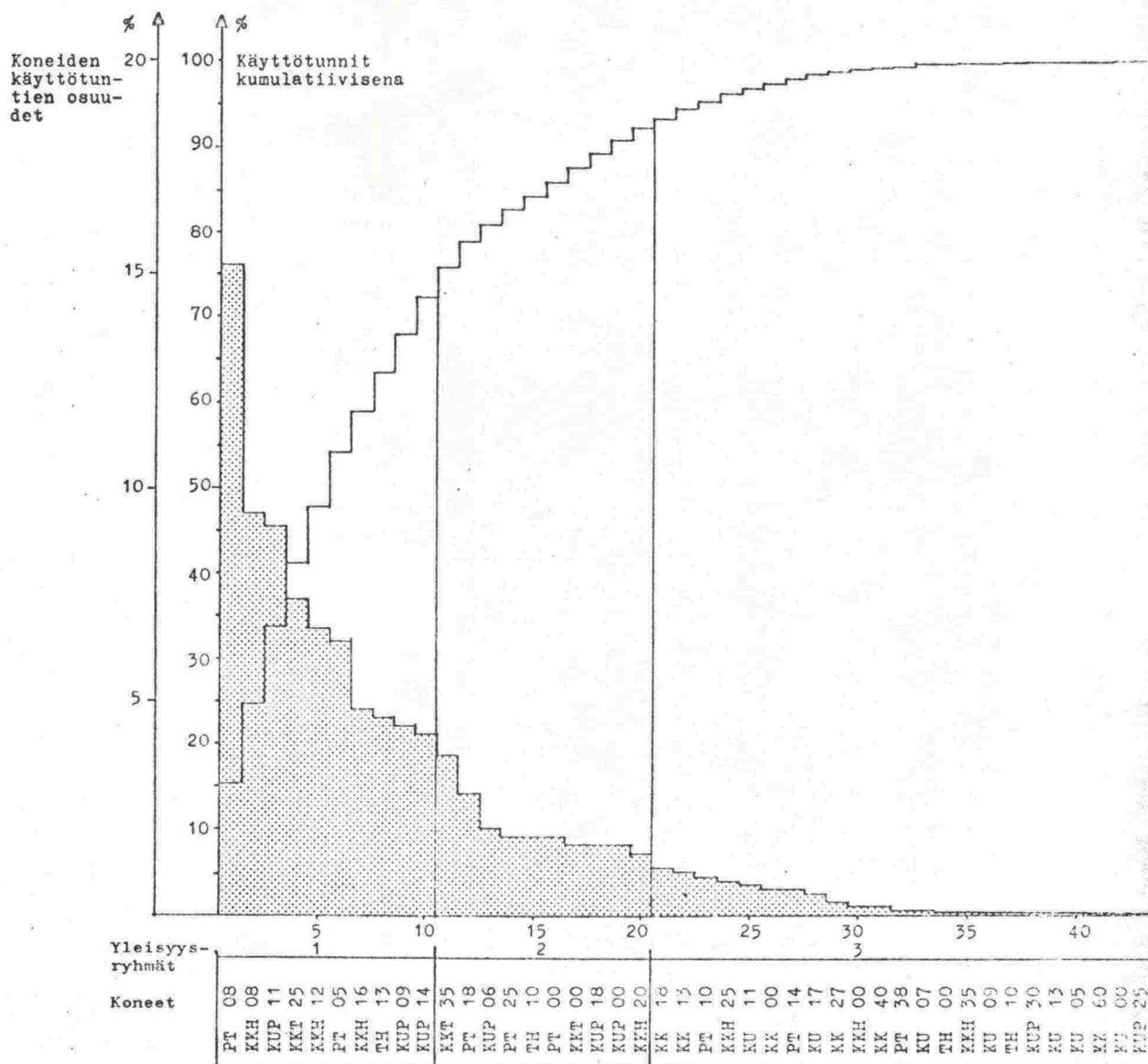
Tietyn koneen tärkeyden määrittämisessä on käytetty kahta arvosteluperustetta, koneen käytön yleisyyttä ja koneen merkitystä kyseessä olevassa työnsuorituksessa ts. onko kone työssä tahdistavana ja määrääkö se työn keston. Koneen käytön yleisyys on määritetty kuvassa 3.215/2 esitetyn koneitten käyttötuntien summakäyrän avulla. Koneet on jaettu kolmeen ryhmään siten, että ryhmän yksi osuus kaikista tunneista on 70 %, ryhmän kaksi osuus on 20 % ja ryhmän kolme 10 %. Koneen tärkeyttä arvosteltaessa ryhmän yksi koneet saavat pistearvon yksi jne. Koneen ajoituksellinen merkitys työssä on määrätty kirjallisuusselvityksen ja ryhmätyön avulla. Jos kone on työssä tahdistavana siten, että se pääasiassa määrää työn keston, se saa tärkesysarvostelussa arvon 1 muussa tapauksessa arvon 2. Koneen tärkeys on määrätty laskemalla käytön yleisyyden ja koneen ajoituksellisen merkityksen perusteella saadut pisteet yhteen ja luokittelemalla koneet summan perusteella kolmeen ryhmään siten, että summaa 2 vastaa tärkeysluokka 1 ja summaa 3 luokka 2 sekä summia 4 ja 5 luokka 3.

Haastattelututkimuksessa arvioitiin standardien tarpeellisuus kiireelliseksi, tarpeelliseksi tai ei tarpeelliseksi ja vastauksille annettiin tällöin arvot 2, 1 ja 0 sekä laskettiin yhteen haastateltujen kahdentoista henkilön arviot. Koko haastattelun perusteella saatiin eri koneille ja töille arvostelupisteet siten, että jos joku kone ja työ sai arvioiden summaksi yli 15 pistettä niin laitettiin se tärkeysluokkaan 1, jos summa oli 8...15 niin luokkaan 2 tai alle

KUVA 3.215/1 Eri koneita ja töitä koskevien standardien tarpeen arviointi

Kone	Työ	00-25	00-25	00-25	00-25	00-25	00-25	00-25
PT	1 Pintamaiden irroitus ja kasaus	08-25	18,25	1	1	2	4	2
	2 Kivien irroitus ja kasaus	10-25	-	1	2	2	5	3
	3 O-tasaustyöt	14-25	18,25	1	1	2	4	2
	4 Halliopinnan paljastus	10-25	18,25	1	1	2	4	2
	5 Kuoppien luiskaus ja tasaus	08-25	8-25	-	-	-	-	-
	6 Irroitus ja leikkaukseja	18,25	-	1	1	1	3	1
	7 Irroitus ja siirto	18,25	18,25	-	-	-	-	-
	8 Materiaalin levitys ja tasaus	00-10	-	1	1	2	4	2
	9 Luiskien viimeistely	00-14	-	1	1	2	4	2
KEH-pisto	1 Kaivu ja kuormaus	20-35	-	1	1	1	3	1
	4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	20-35	-	1	1	1	3	1
	5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	20-25	-	1	1	1	3	1
	7 Louheen kuormaus	20-35	20-25	1	1	1	3	1
KEH-kuokka	1 Kaivu ja kuormaus	00-35	08-25	1	1	1	3	1
	2 Ojien kaivu ja kuormaus	00-20	-	1	1	1	3	1
	4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	00-35	08-25	1	1	1	3	1
	5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	08-25	08-25	-	-	-	-	-
	6 Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	00-16	-	1	1	2	4	2
	7 Louheen kuormaus	08-35	08-25	1	1	1	3	1
	8 Halliopinnan paljastus	08-35	08-25	1	1	1	3	1
	9 Massan vaihtoon liittyvä leikkaus	08-25	08-16	1	1	1	3	1
KE-pisto	1 Kaivu ja kuormaus	40,60	-	1	1	1	3	1
	7 Louheen kuormaus	40,60	40,60	1	1	1	3	1
KE-veto	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	18-60	-	1	1	1	3	1
KE-kuokka	1 Kaivu ja kuormaus	18-27	-	1	1	1	3	1
	7 Louheen kuormaus	18-27	18,27	1	1	1	3	1
	8 Halliopin paljastus	18,27	-	1	1	1	3	1
	9 Massan vaihtoon liittyvä leikkaus	18-27	18,18	1	1	1	3	1
EUP	1 Maanleikkaus ja kuormaus tai siirto	00-33	06-18	1	1	1	3	1
	2 Louheen kuormaus tai siirto	14-33	14-25	1	1	1	3	1
	3 Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	00-18	-	1	1	2	4	2
	4 Raivausmaiden kuormaus tai siirto kasasta	00-14	06-14	1	1	1	3	1
	5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	09-18	-	1	1	1	3	1
	6 Pienet tasotus ja viimeistelytyöt	00-14	-	1	2	2	5	3
	7 Perros materiaalien levitys	00-06	-	1	1	2	4	2
	8 Kostotyöt, esim. rumpuputkien	00-14	-	1	2	2	5	3
EU	1 Maanleikkaus ja kuormaus	05-17	05-17	1	1	1	3	1
	2 Louheen kuormaus	05-17	05-17	1	1	1	3	1
	4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	05-17	05-17	1	1	1	3	1
	5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	09-17	09-17	1	1	2	4	2
TH	1 Pintamaan kuorinta ja kasaus	15,16	-	1	1	2	4	2
	2 Maanleikkauksen pohjan ja luiskien tasaus ja suotoilu	15,16	-	1	1	2	4	2
	3 Perros materiaalin levitys ja tasaus	15,16	-	1	1	2	4	2
	4 Perros materiaalin levitys ja tasaus	15,16	16	1	1	2	4	2
	5 Perros materiaalien suotoilu ja tasaus	15,16	16	1	1	2	4	2
	7 Kengermaluiskien viimeistely	15,16	-	1	2	2	5	3
	8 Kuokkavillan levitys luiskiin	15,16	-	1	2	2	5	3
	9 Lusen poisto	15,16	-	2	1	2	5	3
KKT	1 Ojien kaivu ja massan siirto viemäriputkille tai kuormaus	00-35	-	1	1	1	3	1
	3 Rumpukuoppien yms. kaivantojen teko	00-35	-	1	1	2	4	2
	4 Halliopinnan puhdistus	00-35	-	1	1	2	4	2
	5 Tylviskuoppien kaivu	00-35	-	1	2	2	5	3

KUVA 3.215/2 Koneiden käyttötuntien osuusprosentit ja osuusprosenttien summakäyrä. Käyttötuntimäärät on laskettu vuoden 1972 vuokraconeraporteista



8 pistettä niin luokkaan 3.

Lopullinen kapasiteettistandardin tärkeysjärjestys määritettiin edellä esitettyjen tärkeysluokkien avulla siten, että luokkien numerot summattiin ja ryhmiteltiin seuraavasti:

- jos summa alle 4, niin standardi on tärkeä ja kiireellinen (ryhmä A)
- jos summa on 4...6, niin standardi on tärkeä (ryhmä B)
- jos summa on yli 6, niin standardi on vähämerkityksellinen (ryhmä C).

Saadut tulokset on taulukoissa 3.215/3a,b. Ryhmään A kuuluu viisitoista standardia, jotka koskevat seitsemää eri työtä ja kolmeatoista konetta. Ryhmässä B on 72 standardia ja ryhmässä C 21 standardia.

3.22 Kapasiteettistandardien laadintaa varten olevat työn tutkimukset

Kapasiteettistandardien laadintaa varten olevien työntutkimusten määrä selvitettiin järjestelytoimiston työntutkimusarkistosta tarkastamalla arkistoidut tutkimukset. Tutkimukset on arkistoitu koneryhmittäin, koottain ja töittäin. Kaivukoneita koskevat tutkimukset on lisäksi ryhmitelty koneen varusteiden mukaisesti.

Selvitystyö tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa laskettiin pelkästään kustakin konekoosta ja työstä tehtyjen tutkimusten määrät. Toisessa vaiheessa suoritettiin tarkempi analyysi tutkimusten jakautumisesta tärkeimpien muuttujien suhteen niiden töiden osalta, joissa tutkimusten määrä oli kaksikymmentä tai sitä enemmän. Tärkeimmät muuttujat eri töissä selvitettiin samankaltaisista töistä tehdyistä standardeista ja tutkimuksista ja niiden puuttuessa ryhmätyönä.

Selvityksen ensimmäisen vaiheen tulokset on esitetty taulukoissa 3.22/1a,b. Puskukoneella suoritettava pengerrys oli työ,

KUVA 3.215/3a Yhdistelmä kapasiteettistandardien tarvetta koskevista tutkimustuloksista

Kono	Koko	Soveltuvat työt, joista ei ole standardia	Työn luokka	Koneen yhteisyys	Koneen ajoitus- ollinen merkitys	Koneen tärkeys luokka	Käyttä- jien tarve- arvot	Σ	Standar- din tärkeys- luokka
PT	00	8 Materiaalin levitys ja taseaus	2	2	2	3	3	6.5	C
		9 Luiskien viimeistely	2	2	1	2	3	5.5	B
	05	8 Materiaalin levitys ja taseaus	2	1	2	2	1	4.5	B
		9 Luiskien viimeistely	2	1	1	1	1	3.5	A
	8) 9)	08 1 Pintamaiden irroitus ja kasaus	2	1	2	2	3	5.5	B
		10 1 Pintamaiden irroitus ja kasaus	2	3	2	3	3	6.5	C
	10	2 Kivien irroitus ja kasaus	3	3	1	3	3	7.5	C
		4 Kalliopinnan paljastus	2	3	1	3	3	6.5	C
		8 Materiaalin levitys ja taseaus	2	3	2	3	2	6.0	B
		9 Luiskien viimeistely	2	3	1	3	2	6.0	B
		14 1 Pintamaiden irroitus ja kasaus	2	3	2	3	2	6.0	B
	14	2 Kivien irroitus ja kasaus	3	3	1	3	3	7.5	C
		3 O-tasaustyöt	2	3	1	3	2	6.0	B
		4 Kalliopinnan puhdistus	2	3	1	3	2	6.0	B
		9 Luiskien viimeistely	2	3	1	3	2	6.0	B
	18	2 Kivien irroitus ja kasaus	3	2	1	2	2	6.0	B
		6 Irroitus työ leikkauksessa	1	2	1	2	2	4.0	A
	25	2 Kivien irroitus ja kasaus	3	2	1	2	3	6.5	C
		6 Irroitus työ maaleikkauksessa	1	2	1	2	2	4.0	A
KKH pisto	20	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	1	4.5	B
		4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	1	3	1	3	2	5.0	B
		5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
	25	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	1	4.5	B
		4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	1	3	1	3	2	5.0	B
		5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
	35	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	2	5.0	B
		4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	1	3	1	3	3	5.5	B
	KKH kuokka	00 1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		2+3 Ojien kaivu	1	3	1	3	3	5.5	B
		4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	1	3	1	3	3	5.5	B
		6 Rumpukuoppien kaivu	2	3	2	3	3	6.5	C
	03	2+3 Ojien kaivu	1	1	1	1	1	2.5	A
		6 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	2	5.0	B
	12	2+3 Ojien kaivu	1	1	1	1	1	2.5	A
		6 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	1	4.5	E
	16	2+3 Ojien kaivu	1	1	1	1	1	2.5	A
		6 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	2	5.0	B
	20	2+3 Ojien kaivu	1	2	1	2	3	4.5	B
		9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	2	1	2	2	4.0	A
	25	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		35 1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		4 Raivausmaiden kuormaus kasasta	1	3	1	3	3	5.5	B
		7 Louheen kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		8 Kalliopinnan paljastus	1	3	1	3	3	5.5	B
KK- pisto	40	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
	60	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
KK- veto	18	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	3	1	3	2	5.0	B
	27	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	3	1	3	2	5.0	B
	40	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	3	1	3	1	4.5	B
	60	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	3	1	3	3	5.5	B

KUVA 3.215/3b

Kone	Koko	Soveltuvat työt, joista ei ole standardia	Työn luokka	Koneen yleisyys	Koneen ajoituk- sellinen merkitys	Koneen tärkeys luokka	Käyttö- järjen tarve- arvot	Σ	Standar- din tärkeys- luokka
KK kuokka	18	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		8 Kallioinnin paljastus	1	3	1	3	3	5.5	B
	27	1 Kaivu ja kuormaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		8 Kallioinnin paljastus	1	3	1	3	3	5.5	B
KUP	00	9 Massanvaihtoon liittyvä leikkaus	1	3	1	3	3	5.5	B
		1 Maanleikkaus ja kuorma. tai siirto	1	2	1	2	3	4.5	B
		3 Rumpukuoppien kaivu	2	2	2	3	3	6.5	C
		4 Raivausmaiden kuorma. tai siirto kasasta	1	2	1	2	3	4.5	B
		6 Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt	3	2	1	2	3	6.5	C
		7 Kerrosmateriaalien levitys	2	2	2	3	3	6.5	C
		8 Nostotyöt	3	2	2	3	3	7.5	C
	06	3 Rumpukuoppien kaivu	2	2	2	3	3	6.5	C
		6 Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt	3	2	1	2	3	6.5	C
		7 Kerrosmateriaalien levitys	2	2	2	3	2	6.0	B
		8 Nostotyöt	3	2	2	3	3	7.5	C
	09	3 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	3	5.5	B
		5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	1	1	1	1	2	3.0	A
		6 Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt	3	1	1	1	3	5.5	B
		8 Nostotyöt	3	1	2	2	3	6.5	C
	11	3 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	3	5.5	B
		5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	1	1	1	1	3	3.5	A
		6 Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt	3	1	1	1	3	5.5	B
		8 Nostotyöt	3	1	2	2	3	6.5	C
	14	3 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	3	5.5	B
		5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	1	1	1	1	3	3.5	A
		6 Pienet tasoitus ja viimeistelytyöt	3	1	1	1	3	5.5	B
		8 Nostotyöt	3	1	2	2	3	6.5	C
	18	3 Rumpukuoppien kaivu	2	2	2	3	3	6.5	C
		5 Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	1	2	1	2	3	4.5	B
	25	1 Maanleikkaus ja kuorma. tai siirto	1	3	1	3	2	5.0	B
	33	1 Maanleikkaus ja kuorma. tai siirto	1	3	1	3	3	5.5	B
		2 Louheen kuormaus tai siirto	1	3	1	3	3	5.5	B
TH	13	1 Pintamaan kuorinta ja kasaus	2	1	1	1	3	4.5	B
		2 Maanleikkauksen pohjan ja luiskien tasoitus ja muotoilu	2	1	1	1	1	3.5	A
		3 Pengerimateriaalin levitys ja tas.	2	1	2	2	3	5.5	B
		4 Kerrosmateriaalin levitys ja tas.	2	1	2	2	2	5.0	B
		5 Kerrosmateriaalin muotoilu ja tas.	2	1	1	1	1	3.5	A
		7 Pengerluiskien viimeistely	3	1	1	1	2	5.0	B
		8 Ruokamullan levitys luiskiin	3	1	1	1	2	5.0	B
		9 Lumen poisto	3	1	1	1	1	4.5	B
	16	1 Pintamaan kuorinta ja kasaus	2	2	1	2	3	5.5	B
		2 Maanleikkauksen pohjan ja luiskien tasoitus ja muotoilu	2	2	1	2	1	4.5	B
		3 Pengerimateriaalin levitys ja tas.	2	2	2	3	2	6.0	B
		7 Pengerluiskien viimeistely	3	2	1	2	2	6.0	B
		8 Ruokamullan levitys luiskiin	3	2	1	2	1	5.5	B
		9 Lumen poisto	3	2	1	2	1	5.5	B
KKT	00	1+2 Ojien kaivu	1	2	1	2	3	4.5	B
		3 Rumpukuoppien kaivu	2	2	2	3	3	6.5	C
		4 Kallioinnin puhdistus	2	2	1	2	3	5.5	B
		5 Pylväskuoppien kaivu	3	2	2	3	2	7.0	C
	25	1+2 Ojien kaivu	1	1	1	1	1	2.5	A
		3 Rumpukuoppien kaivu	2	1	2	2	1	4.5	B
		4 Kallioinnin puhdistus	2	1	1	1	1	3.5	A
		5 Pylväskuoppien kaivu	3	1	2	2	1	5.5	B
	35	1+2 Ojien kaivu	1	2	1	2	1	3.5	A
		3 Rumpukuoppien kaivu	2	2	2	3	1	5.5	B
		4 Kallioinnin puhdistus	2	2	1	2	1	4.5	B
		5 Pylväskuoppien kaivu	3	2	2	3	3	7.5	C

KUVA 3.22/1a Tehdyt tutkimukset

- oheisissa taulukoissa on esitetty suoritettujen tutkimusten määrät eri töille ja koneille (kapasiteettitutkimuksia kpl/lisäaikatutkimuksia kpl) sekä puuttuva standardi (=)

Puskukoneet

Työ	PT 00	PT 05	PT 08	PT 10	PT 14	PT 18	PT 25	
1			<input type="text"/>	2/-	-/1	17/8	10/21	29
2			2/2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2/2
3	-/1				<input type="text"/>	2/1	1/3	3/5
4		-/1		<input type="text"/>	<input type="text"/>			-/1
6						2/-	4/2	6/2
7			-/2	1/1	2/-	21/7	1/-	25/10
8	18/9	9/3	20/12	1/1	1/2	1/-		50/27
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	14/9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		14/9
Σ	18/10	9/4	36/25	4/2	3/3	43/16	16/26	132/86

Hydrauliset kaivukoneet pistokauhalla

Työ	KKH 20	KKH 25	KKH 35	
1	9/2	14/-	<input type="text"/>	23/2
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
7	36/8		5/-	41/8
Σ	45/10	14/-	5/-	64/10

Hydrauliset kaivukoneet kuokkakauhalla

Työ	KKH 00K	KKH 08K	KKH 12K	KKH 16K	KKH 20K	KKH 25K	
1	2/-	49/9	183/21	67/18	14/5	72/14	387/67
2	4/2	18/4	15/2	2/1	<input type="text"/>		40/10
3	<input type="text"/>	18/-	31/5	7/1	1/-		52/9
7		12/1	6/-	12/5	10/1	24/2	64/9
8	1/-	8/1	7/1	5/1		3/1	24/4
9		23/4	23/11	21/7	<input type="text"/>	1/-	68/22
Σ	7/2	128/19	264/44	111/33	25/6	100/17	635/121

KUVA 3.22/1b

Mekaaniset kaivukoneet pistokauhalla

Työ	KK 00	KK 13	KK 18	KK 27	KK 40	KK 60	Σ
1					13/-	5/-	18/-
4							
Σ					13/-	5/-	18/-

Mekaaniset kaivukoneet kuokkakauhalla

Työ	KK 00K	KK 13K	KK 18K	KK 27K	KK 40K	KK 60K	Σ
1		10/6	52/14	14/7	11/1	3/-	90/28
8			2/-				2/-
9		9/2	16/5	1/-			26/5
Σ		19/8	70/17	15/7	11/1	3/-	118/33

Mekaaniset kaivukoneet vetokauhalla

Työ	KK 13V	KK 18V	KK 27V	KK 40V	KK 60V	
9	2/1	17/9	-/-	-/-	8/3	27/13

Pyöräkuormaajat

Työ	KUP 00	KUP 06	KUP 09	KUP 11	KUP 14	KUP 18	KUP 25	KUP 30	Σ
1	2/-	17/4	66/17	126/42	92/25	22/4		/-	308/92
2			1/1	1/1	6/-		48/1	2/-	57/3
4		8/3	2/2	5/4	3/1				18/10
5						3/1			3/1
7						1/-			1/-
Σ	2/-	25/7	69/20	132/47	101/26	26/5	48/1	2/-	387/105

Tiehöylät

Työ	TH 13	TH 16	Σ
2			
4	7/18	1/2	8/20
5	6/18	-/5	6/21
7	4/1	4/1	8/2
8	4/1		4/1
9			
Σ	21/38	5/6	26/44

Traktorikaivurit

Työ	KKT 00	KKT 25	KKT 35	Σ
1	7/-	6/1	2/2	15/3
2		2/-	4/2	6/2
3	1/1	4/-		5/1
4				
5				
Σ	8/1	12/1	6/4	26/6

josta oli eniten tutkimuksia (kapasiteettitutkimuksia 50 kpl ja lisäaikatutkimuksia 27 kpl), mutta josta ei ole standardia. Pistokauhalla varustetuista hydraulisista kaivukoneista kaivu- ja kuormaustyössä oli 23 kapasiteettitutkimusta, mutta vain 2 lisäaikatutkimusta. Kuokkakauhalla varustettujen hydraulisten kaivukoneiden suorittamasta ojankaivusta on tehty 92 kapasiteetti- ja 19 lisäaikatutkimusta. Kuokkakauhalla varustetuista mekaanisista kaivukoneista on maankaivu- ja kuormaustyössä tehty 90 kapasiteetti ja 28 lisäaikatutkimusta ja pehmeän perusmaan poistossa vastaavasti 26 kapasiteetti- ja 5 lisäaikatutkimusta. Vetokauhalla varustettuja mekaanisia kaivukoneita on tutkittu myös jonkinverran pehmeän perusmaan poistosta; kapasiteettitutkimuksia on 27 ja lisäaikatutkimuksia 13 kappaletta. Tiehöylistä on tehty pääasiassa lisäaikatutkimuksia; suurimmat tutkimusmäärät ovat kerrosmateriaalin levitystä ja tasausta sekä muotoilua ja tasausta koskevasta työstä (14 kapasiteetti- ja 41 lisäaikatutkimusta). Edustavin ja parhaiten eri muuttujien suhteen jakautunut aineisto on ojankaivusta hydraulisilla kaivukoneilla. Suorittamalla lisätutkimuksia koneista KKH 00 K noin 15 kappaletta ja KKH 20 K noin 20 kappaletta, voidaan aineistosta todennäköisesti laatia standardit. Kyseinen työ saatiin luvussa 3.215 tehdyssä tarkastuksessa kiireellisimpään ryhmään standarditarpeen suhteen.

3.3 YHTEENVETO

Tutkimustarve on määritetty suoraan luvussa 3.215 saadun kapasiteettistandardien tärkeysjärjestyksen ja olemassa olevien tutkimusten määrästä ja jakautumisesta tehdyn selvityksen pohjalta olettaen, että yhdestä konekoosta tietyssä työssä tarvitaan noin 20 kapasiteetti- ja 10 lisäaikatutkimusta. Tämä määrä on vielä suhteellisen vähäinen ja luotettavien tulosten saamiseksi se edellyttää ennen tutkimustyöhön ryhtymistä riittävän yksityiskohtaisen tutkimusohjelman laatimista, jolla varmistetaan aineiston riittävä jakautuminen ainakin tärkeimpien muuttujien suhteen. Tutkimusten määrän

KUVA 3.3/1 Tarvittavien tutkimusten määrät ja tärkeysluokka

A = tärkein
B = toiseksi tärkein
C = vähemmän tärkeät

Puskukoneet

Työ	PT 00		PT 05		PT 08		PT 10		PT 14		PT 18		PT 25		Tärkeimmät muuttujat
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Pintamaiden irroitus ja kasaus					20	10	15	5	15	5					kaivuluokka, kivis. ja kantois. routa, työsisältö
Kivien irroitus ja kasaus					B		C		B				20	10	kaivuluokka, kivisyys
Kallionpinnan pal- jastus							20	10	15	5	15	5	C		kaivuluokka, routa siirtomatka, työsisältö
Irroitustyö leik- kauksessa							10	10	10	5					kaivuluokka, routa
Materiaalien levi- tys ja tasaus											15	5	15	5	kerrospaksuus, työsisältö
Luisien viimeistely	B		A		A		B		B		B				kaivuluokka, työsisältö
	10	5	15	5	2	1	15	5	15	5	20	10			siirrettävät massat
	10	5	15	5	22	11	75	40	55	20	50	20	35	15	

1.1 tutkim. 262 kpl
1.2 " 116 "
yhteensä 378 kpl

KUVA 3.3/1b

Hydrauliset kaivukoneet

Pistokauhalla varustetut

Työ	KKH 20		KKH 25		KKH 35		Muuttajat
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Kaivu ja kuormaus	15	10	5	5	20	10	kaivuluokka, kääntökulma routa, rint.kork.
	B		B		B		
Raivausmaiden irroitus ja kuormaus	15	10	15	10			kaivuluokka, kivisyys routa, poistettavan kerr.paksuus
	B		B				
Louheen kuormaus					20	10	kuormausluokka, kääntökulma rint.kork.
					C		
	30	20	20	15	40	20	

1.1 tutkim. 90 kpl
1.2 " 55 "
yhteensä 145 kpl

Kuokkakauhalla varustetut

Työ	KKH 00		KKH 08		KKH 12		KKH 16		KKH 20		KKH 25		KKH 35		Muuttajat
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Kaivu ja kuormaus	15	5											15	5	kaivuluokka, routa
	B												B		kaivussyvyys, työmenetelmä
Ojien kaivu	15	5					5	5	20	10					kaivuluokka, poikkileikkaus työmenetelmä
	B						A		B						
Louheen kuormaus													15	5	kuormausluokka, työmenetelmä
													B		
Kalliopinnan paljastus													10	5	kaivuluokka, kaivussyvyys routa
													B		
Massan vaihtoon liittyvä pehmeikön poisto									A		B				routa, työmenetelmä
									10	5	10	5			roudan rikkomistapa, kaivussyv.
	30	10					5	5	30	15	10	5	40	15	

1.1 tutkim. 115 kpl
1.2 " 50 "
yhteensä 165 kpl

KUVA 3.3/1c

Mekaaniset kaivukoneet

Pistokauhalla varustetut

Työ	KK 40		KK 60		Muuttujat
	1.1	1.2	1.1	1.2	
Maanleikkaus ja kuormaus	10	10	15	10	kaivuluokka, kääntökulma rint.kork., routa
	B		B		
Raivausmaiden kuormaus kasasta					
	10	10	15	10	

1.1 tutkim. 25 kpl
1.2 " 20 "
yhteensä 45 kpl

Kuokkakauhalla varustetut

Työ	KK 13		KK 18		KK 27		Muuttujat
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Maanleikkaus ja kuormaus	10	5			5	5	kaivuluokka, routa, työmenetelmä kaivussyvyys
	B				B		
Kalliopinnan paljastus	20	10	15	5	20	10	leikkaussyvyys, kaivuluokka, routa
	B		B		B		
Massanvaihtoon liittyvä pehmeän perusmaan poisto	10	5			15	5	routa, roudan rikkomistapa, työmenetelmä
	B				B		
	40	20	15	5	40	20	

1.1 tutkim. 95 kpl
1.2 " 45 "
yhteensä 140 kpl

Vetokauhalla varustetut

Työ	KK 18		KK 27		KK 40		KK 60		
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Pehmeän perusmaan poisto	10	5	15	5	15	5	15	10	routa, kääntökulma työmenetelmä
	B		B		B		B		
	10	5	15	5	15	5	15	10	

1.1 tutkim. 55 kpl
1.2 " 25 "
yhteensä 80 kpl

Pöytäkuormaajat

Työ	KUP 00		KUP 06		KUP 09		KUP 11		KUP 14		KUP 18		KUP 25		KUP 33		Muuttajat
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Maanleikkaus ja kuormaus tai siirto	15	5											15	5	15	5	kaivuluokka, kantomätkä
	B												B		B		
Louheen kuormaus tai siirto															15	5	kuormausluokka, kantomätkä, louheen käyttötapa
															B		
Raivausmaiden kuorm. tai siirto kasasta	15	5															routa, materiaali, kuormausalusta
	B																
Raivausmaiden irroitus ja kuormaus					20	10	15	5	15	5	20	10					kaivuluokka, routa
					A		A		A		B						kivisyys, kantois.leik.syv.
Kerrosmateriaalin levitys	15	5	15	5													kerrospaksuus, työsisäältä
	C		B														
	45	15	15	5	20	10	15	5	15	5	20	10	15	5	30	10	

1.1 tutkim. 175 kpl

1.2 " 65 "

yhteensä 240 kpl

Traktorikaivurit

Työ	KKT 00		KKT 25		KKT 35		Muuttajat
	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	
Ojien kaivu	10	5	10	5	10	5	ojan poikkileikkaus, työmenetelmä (4 kpl)
	B		A		A		kaivuluokka
	10	5	10	5	10	5	

1.1 tutkim. 30 kpl

1.2 " 15 "

yhteensä 45 kpl

KUVA 3.3/1d

Tiehöylät

Työ	TH 13		TH 16		
	1.1	1.2	1.1	1.2	
Leikkauksen pohjan ja luiskien muot. ja tasaus	10 A	5	10 B	5	kaivuluokka, työsisältö routa
Kerrosmateriaalien levitys			10 B	5	levityspaksuus, työsisältö
Kerrosten muotoilu ja tasaus	5 A		10 B	5	työalueen leveys ja pituus, ajokerrat
Pengerluiskien viimeistely luiskasiivellä					standardit tulossa
Ruokamullan levitys luiskiin					standardit tulossa
Lumen poisto	10 B	5	10 B	5	työalueen lev. ja pituus, lumen laatu
	25	10	40	20	

1.1 tutkim. 65 kpl
1.2 " 30 "
yhteensä 95 kpl

KUVA 3.3/1e

Yhteenveto tarvittavien tutkimusten määrästä

Kone	1.1	1.2	Σ
Puskukoneet	260	115	375
Hydr.kaivuk. pistok.	90	55	145
" " kuokkak.	115	50	165
Mek. kaivuk. pistok.	25	20	45
" " kuokkak.	95	45	140
" " vetok.	55	25	80
Pyöräkuormaajat	175	65	240
Tiehöylät	65	30	95
Traktorikaivurit	30	15	45
	910	420	1330

ja jakautuman optimointi matemaattisesti, kun haluttu luotettavuus on annettu, osoittautui lyhyen kirjallisuus- ja haastatteluselvityksen perusteella mahdolltomaksi suorittaa, joten ainoa mahdollisuus turhien tutkimusten välttämiseksi on tarkka tutkimusohjelma ja tutkimusprojektin tulosten saattaminen tutkijan toimesta standardiksi saakka. Alustava arvio tarvittavien tutkimusten määristä on esitetty taulukossa 3.3/1, joissa on kustakin konekoosta ja työstä tarvittavat tutkimusten määrät, tärkeimmät muuttujat ja tutkimusten tärkeysluokka.

4. YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa on selvitetty tienrakennustöiden eri rakentamisvaiheiden ja työvaiheiden työntutkimuksellista tärkeysjärjestystä ja tutkittu maarakennustöiden kapasiteettistandardiston täydentämiseksi tarvittavien työntutkimusten määrä ja niiden suoritusjärjestys. Tutkimuksen tuloksena on rakentamisvaiheet ryhmitelty neljään kiireellisyysryhmään työntutkimustarpeen suhteen. Maarakennuskoneita koskevista työntutkimuksista on tehty määrälliset tarvearviot ja jaettu tutkimukset laatimisjärjestyksen suhteen kolmeen luokkaan.

Tie- ja vesirakennuslaitoksessa suoritettavan työntutkimustoiminnan tärkeimpänä tavoitteena on saada aikaan riittävän peittävä taloudellisuusstandardisto rakentamisen ja kunnossapidon tuotesuunnittelun, työnsuunnittelun, työnjärjestelyn ja toteutuksen valvonnan apuvälineeksi. Tässä tutkimuksessa rakentamisvaiheiden ja työvaiheiden työntutkimuksellista tärkeysjärjestystä määritettäessä onkin pyritty löytämään arviointiperusteita, jotka osoittavat standardien laadinnan tärkeyden.

Taloudellisuusstandardien käyttö liittyy osana tie- ja vesirakennuslaitoksessa sovellettavaan tavoitejohtamistoimintaan. Taloudellisuusstandardeilla määrätään työn suunnittelun avulla määrälliset, taloudelliset ja ajalliset tavoitteet. Li-

säksi taloudellisuusstandardeja voidaan käyttää tuotesuunnittelussa vaihtoehtolaskelmiin ja työn toteutusvaiheessa koneiden tahdistamiseen ja työmenetelmien valintaan. Näiden käyttötarkoitusten perusteella on standardien laadinnan tärkeyttä osoittamaan käytetty seuraavia arviointiperusteita:

- kustannusten jakautumista eri rakentamisvaiheille,
- työn suunnittelutarkkuutta eri rakentamisvaiheissa,
- työn toteutuksen hyvyttä eri rakentamisvaiheissa,
- kokonaistuottavuuden kehittymistä eri rakentamisvaiheiden toteutuksessa.

Kustannusten jakautuminen on teoreettisesti tarkasteltuna merkittävin näistä arviointiperusteista, koska standardien laadinnan tärkein päämäärä on entistä taloudellisempi tuotesuunnitelmien toteutus. Mitä suuremmat ovat tietyn rakentamisvaiheen toteutuksesta syntyvät kustannukset sitä suuremmat ovat myös toiminnan järjeistämisen kautta saatavat säästöt. Myös tutkimustulosten luotettavuuden kannalta on kustannusten jakautuminen eri rakentamisvaiheille paras käytetyistä arviointiperusteista. Hankaluutena on ollut rakentamisvaiheiden ryhmityksen ja osittelutason määrittäminen. Esimerkiksi osittelutasolla on rakentamisvaiheiden kustannusten suuruuden mukaiseen järjestykseen huomattava vaikutus eräiden rakentamisvaiheiden kohdalla. Tässä tutkimuksessa rakentamisvaiheiden rajaus- ja osittelutaso on määrätynyt tie- ja vesirakennuslaitoksen käyttämän suoriteryhmittelyn pohjalta, joka työntutkimustoiminnan tarpeiden kannalta tarkasteltuna ei ole johdonmukainen.

Suunnittelutarkkuutta on tutkittu dipl.ins. J. Kiiraksen kehittämän menetelmän perusteella. Menetelmä on uusi, eikä sen luotettavuudesta ole käytännön kokemuksia. Saadut tulokset vaikuttavat kuitenkin varsin johdonmukaisilta ja on ilmeistä, että käytetyllä menetelmällä voidaan jatkuvasti seurata suunnittelun tarkkuutta eri rakentamisvaiheissa, koska menetelmän vaatima lähtöaineisto kerätään systemaattisesti kaikilta tie- ja vesirakennuslaitoksen työmailta

tavoitebudjetoinnin raportointia varten.

Toteutuksen hyvyyttä on tutkittu yksikkökustannusten hajonnan avulla ja haastatteluin. Yksikkökustannusten hajonnan avulla ei ole kyetty osoittamaan eroja rakentamisvaiheiden toteutuksen hyvyydessä, koska tutkimusmateriaalin virheet ja tehtyjen lähtöolettamusten paikkansapitämättömyys vaikuttavat huomattavasti enemmän yksikkökustannusten hajontaan kuin eri rakentamisvaiheiden toteutuksessa esiintyvät erot. Haastattelututkimuksen perusteella on rakentamisvaiheet voitu luokitella kolmeen ryhmään työntutkimusten kiireellisyyden suhteen. Luokittelu ei pienestä haastateltavien määrästä johtuen ole kovin luotettava.

Kokonaistuottavuuden käyttö työntutkimustarpeen arviointiin on perustunut ajatukseen, että tietyn rakentamisvaiheen keskimääräistä hitaampi tai laskeva tuottavuuden muutos johtuu toteuttamismenetelmien kehityksen pysähtymisestä. Kokonaistuottavuus on laskettu vuosilta 1969...1971 käyttäen tuotoksena tietyn rakentamisvaiheen koko vuoden suorittemäärää ja panoksena syntyneitä kustannuksia. Tuottavuus on näin määriteltynä rakentamisvaiheen keskiarvo yksikkökustannuksen käänteisluku. Hintatason muutoksen vaikutus on pyritty eliminoimaan tienrakennusindeksillä suoritettulla kustannusten korjauksella. Tuloksena saadut eri rakentamisvaiheiden tuottavuuden muutokset ovat niin suuria, että tuloksia ei voi pitää luotettavina.

Maarakennuskoneita koskevien työntutkimusten tärkeysjärjestystä määrättäessä on arviointiperusteina käytetty

- koneen vuotuista käyttötuntimäärää tie- ja vesirakennuslaitoksen tierakennustöissä
- koneen merkitystä työn toteutuksen keston
- työvaiheen tärkeyttä
- standardien käyttäjien arvioita.

Tarvittavien työntutkimusten määrät on saatu olettamalla, että yhden kapasiteettistandardin laadintaan tarvitaan kes-

kimäärin 20 kapasiteetti- ja 10 lisäaikatutkimusta yhdestä konekoosta, ja selvittämällä olemassa olevien työntutkimusten määrät. Tutkimusten perusteella kapasiteettistandardiston täydentämiseksi tarvitaan noin 900 kapasiteetti- ja 400 lisäaikatutkimusta. Näistä kiireellisimpään ryhmään kuuluu 150 kapasiteetti- ja 70 lisäaikatutkimusta. Esitetyt tarvittavien tutkimusten määrät yhtä konekokoa ja työtä kohti ovat minimiarvoja ja niiden toteuttaminen edellyttää, että henkilö tai työryhmä, joka tutkimukset suorittaa, huolehtii myös niiden käsittelystä ja saattamisesta standardiksi.

Tämän tutkimuksen suorituksessa esiintulleita asioita, jotka vaatisivat lisäselvityksiä, ovat mm.seuraavat:

- tie- ja vesirakennuslaitoksen laskentajärjestelmään työn toteutuksesta kerättävän varsin monipuolisen tiedon nykyistä suurempi käyttö standardien laadinnassa ja niiden luotettavuuden valvonnassa
- suoriteryhmittelyn käyttötarkoitusten selvittäminen ja ryhmittelyn muuttaminen asetettujen käyttötarkoitusten vaatimukset täyttäväksi
- työntutkimusten arkistoinnin ja luetteloinnin kehittäminen nykyistä johdonmukaisemmaksi
- mahdollisuudet kehittää hankkeiden toimintasuunnitelmat nykyistä paremmin toteutusta ja valvontaa palveleviksi.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- 1 Tie- ja vesirakennushallitus, järjestelytoimisto, Tie- ja vesirakennuslaitoksen sisäiset toimintäsäännöt, 1972.
- 2 Suominen, J., Tuotannon rationalisointikohteiden systemaattinen valinta, Diplomityö, Helsinki 1972.
- 3 Rationalisointineuvottelukunta (RANK), Rationalisointisopimus, mitä se on? Helsinki 1969, Uusi rationalisointisopimus 1972.
- 4 Johtamistaidon opisto. Työntutkimus, Rationalisointikurssi, oppilasmateriaali, Helsinki 1971.
- 5 Kankainen, J., Maarakennusalan taloudellisuusstandardien laadintaohjeet, SDO II, Valtiovarainministeriö, järjestelytoimisto, Helsinki 1972.
- 6 Suomen Rakennusurakoitsijaliitto, Rakennuspoliittinen ohjelma, Helsinki 1971.
- 7 Kankainen, J., Kiiras, J., Talonrakennusalan taloudellisuusstandardien laadintaohjelma ja -ohje, SDO III, Valtiovarainministeriö, järjestelyosasto, Helsinki 1972.
- 8 Sahavirta, M., Tienrakennuskustannusindeksi, Eri-painos Tilastokatsauksista (1968):4.
- 9 Ikonen, J., Asfalttipäällysteiden hinnanmuodostukseen vaikuttavista tekijöistä, Diplomityö, Helsinki 1968.
- 10 Tie- ja vesirakennushallitus, Taloudellisuuden kehittämiselin, Tavoitebudjetointiin liittyvä valvonta, TVH 2.884, Helsinki 1970.
- 11 Tie- ja vesirakennushallitus, järjestelytoimisto, Taloudellisuusstandardien käyttö työnsuunnittelussa, TVH 2.895, Helsinki 1970.
- 12 Saarsalmi, E., Rakennustuotantotekniikan jatkokurs-sin luennot, kevät 1972.
- 13 Tie- ja vesirakennushallitus, tierakennusosasto, Vuosien 1969...1971 kuljetustilastot
- 14 Tie- ja vesirakennushallitus, tierakennusosasto, Vuosien 1969...1971 päällystystilastot.
- 15 Suomen virallinen tilasto - Finland officiella statistik, Tie- ja vesirakennukset, 1965...1968, XIX:81 - 84.

- 16 Lundström, H., Tavoitebudjetointi eräänä tie- ja vesirakennuslaitoksen kehittämistyön osana.
- 17 Rasilainen, M-P, Maarakennusalan tavoitebudjetointiin liittyvä raportointijärjestelmä tie- ja vesirakennuslaitoksessa, Diplomityö, Helsinki 1970
- 18 Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, Maarakennuskoneiden suunnittelu- ja käyttö, julkaisu 65 - 71, Helsinki 1971.
- 19 Suomen rakennusinsinöörien Liitto (RIL), Rakennuskoneet, Helsinki 1972.
- 20 Tie- ja vesirakennushallitus, järjestelytoimisto, Hydrauliset kaivukoneet maarakennustöissä, työmenetelmät ja työsaavutukset, TVH 2.848, Helsinki 1972.
- 21 Anttila, O., Hydraulisten kaivukoneiden menetelmäkapasiteetti, Diplomityö, Helsinki 1971.
- 22 Heikkonen, J., Pyöräkuormaajien menetelmäkapasiteetti, Diplomityö, Helsinki 1970.
- 23 Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, Tilastomatematiikan perusteet, julkaisu 46 - 64, Helsinki 1964.
- 24 Toivikko, H., Puskukoneiden käyttö raivaustöissä, Diplomityö, Helsinki 1971.
- 25 Tie- ja vesirakennuslaitos, Työnsuunnittelu 1-2-3, 4-5, 6-7-8, standardikansiot, TVH 1.444, 1.447, 1.449.
- 26 Yhteiskuntatieteiden käsikirja II, Helsinki 1964.
- 27 Kiiras, J., Kustannusten arviointi, Rakennustekniikan käsikirja osa VIII, luku 621, käsikirjoitus
- 28 Tie- ja vesirakennushallitus, järjestelytoimisto, Taloudellisuusstandardit, Helsinki 1972-11-10.
- 29 Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, Maarakennuskoneet - hankinta ja käyttö, julkaisu 22 - 73, Helsinki 1973.
- 30 Myllyluoma, K., Rakennuskoneiden käyttö, Rakennustekniikka (1967):7 - 8.

